

# VESI- JA YMPÄRISTÖHALLITUKSEN MONISTESARJA

Nro 89

SUOMEN VESISTÖJEN HYGIEENINEN  
TILA VESI- JA YMPÄRISTÖHALLI-  
TUKSEN VEDENLAATUREKISTERIN  
KUVAAMANA

Marja-Liisa Poikolainen



V E S I - J A Y M P Ä R I S T Ö H A L L I T U K S E N  
M O N I S T E S A R J A

Nro 89

SUOMEN VESISTÖJEN HYGIEENINEN  
TILA VESI- JA YMPÄRISTÖHALLI-  
TUksen VEDENLAATUREKISTERIN  
Kuvaamana

Marja-Liisa Poikolainen

Vesi- ja ympäristöhallitus  
Helsinki 1988

Tekijä on vastuussa julkaisun sisällöstä eikä siihen voida vedota vesi- ja ympäristöhallituksen virallisena kannanottona.

Julkaisua saa vesi- ja ympäristöhallituksen kirjastosta  
puh. 90 - 6951 364

ISBN 951-47-0304-9  
ISSN 0783-3288

Painopaikka: Vesi- ja ympäristöhallituksen monistamo  
Helsinki 1988

Julkaisija

Vesi- ja ympäristöhallitus

Julkaisun päivämääräTekijä(t) (toimielimestä: nimi, puheenjohtaja, sihteeri)

Marja-Liisa Poikolainen

Julkaisun nimi (myös ruotsinkielinen)

Suomen vesistöjen hygieeninen tila vesi- ja ympäristöhallituksen vedenlaaturekisterin kuvaamana

Julkaisun laji

Tutkimusraportti

ToimeksiantajaToimielimen asettamispvmJulkaisun osatTiivistelmä

Suomen vesistöjen hygieeninen tila ja sen kehitys vuosina 1962-1984 selvitettiin vesi- ja ympäristöhallituksen vedenlaaturekisterin aineiston perusteella. Hygieenisen tilan kuvaajiksi otettiin indikaattoribakteerina käytetyt kokonaiskoliiformiset bakteerit (TC), fekaaliset koliiformiset bakteerit (FC) ja fekaaliset streptokokit (FS).

Bakteeripitoisuuksien tasoa ja kehitystä kuvattiin vuosittaisilla mediaaniarvoilla.

Vesistöalueet jaettiin niiden resipienttiluonteen perusteella kolmeen ryhmään:

- asumajätevesialueet
- teollisuusjätevesialueet
- hajakuormitusalueet.

Vesistöjen hygieenisen tilan kehityksen selittäjinä selvitettiin:

- jätevedenpuhdistamoihin liitettyjen asukkaiden %-osuuden kehitystä
- massa- ja paperiteollisuuden jätevesimäärän kehitystä
- nautaeläinmäärän kehitystä.

Tietojenkäsittely suoritettiin SAS-valmisohjelmistolla.

Kaikkien bakteeripitoisuuksien trendit koko aineistolla ja kaikilla muilla osa-alueilla, paitsi teollisuusjätevesialueilla TC:llä, olivat laskevat. Pitoisuuksien mediaanit ovat koko maassa laskeneet jakson alkupuolelta sen loppupuolelle tultaessa TC:n osalta kolmannekseen, FC:n osalta kahdeskymmenesosaan ja FS:n osalta kuudentekseen.

Vesistöjen hygieenisen laadun kehittyminen korreloi selvästi vesistökuormituksen ja vesiensuojelutoimenpiteiden kanssa. Mediaaneilla kuvattuna on vesistöjen hygieeninen tila kuitenkin pysynyt suunnilleen samana 1970-luvun puolivälin jälkeen. Vesistökuormituksen on hajakuormitukseen kiinnitettävä huomiota.

Asiasanat (avainsanat)

vesistöt, veden laatu, indikaattoribakteerit, vesistönkuormitus

Muut tiedotSarjan nimi ja numero

Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja nro 89

ISBN

951-47-0304-9

ISSN

0783-3288

Kokonaissivumäärä

73

Kieli

suomi

HintaLuottamuksellisuus

julkinen

Jakaja

Vesi- ja ympäristöhallituksen kirjasto

puh. 90 - 6951 364

Kustantaja

vesi- ja ympäristöhallitus



SUOMEN VESISTÖJEN HYGIEENINEN TILA VESI- JA YMPÄRISTÖ-  
HALLITUKSEN VEDENLAATUREKISTERIN KUVAAMANA

1.	JOHDANTO	7
1.1	Vesistöjen veden laatu	7
1.2	Veden hygieenisen tilan kuvaajat	10
1.3	Vesistöjen indikaattoribakteerikuormitus	13
1.4	Tutkimuksen tarkoitus	18
2.	AINEISTO JA MENETELMÄT	19
2.1	Aineisto	19
2.2	Menetelmät	23
3.	TULOKSET	26
4.	TULOSTEN TARKASTELU	38
5.	YHTEENVETO	47
	KIRJALLISUUS	48
	LIITTEET	57





## 1. JOHDANTO

## 1.1 Vesistöjen veden laatu

Vesistöjen veden laatua voidaan arvostella hyvin monen eri ominaisuuden perusteella. Ratkaiseva lähtökohta arvostelulle on vesistön veden käyttötarkoitus, joka voi vaihdella raakavesilähteestä jätteiden vastaanottoon. Niinpä useat luokitukset perustuvatkin vesistöjen eri käyttömuodoille, joskin pelkkää "yleisluokitusta" käytetään myös. Iso-Britannian virtaavien vesien laatuluokitus perustuu yleisluokitukseen (National Water Council 1981). Pohjoismaista Norjan (Rensvik et al. 1982), Ruotsin (Statens naturvårdsverk 1969) ja Suomen (Heinonen et al. 1985) luokitukset ja luokitusehdotukset käsittelevät yleisluokituksen lisäksi käyttömuotokohtaisia luokituksia. Näitä ovat:

- virkistyskäyttö
- vedenhankinta
- kalavesi.

Suomalaisessa luokitusehdotuksessa virkistyskäyttö on edelleen jaoteltu uinnin ja virkistyskalastuksen alaryhmiin.

Käyttömuotojen osalta on esitetty myös huomattavasti tarkempiakin jaotteluja kuten McKee & Wolf (1976, s. 88) ja National Academy of Sciences and National Academy of Engineering (1972):

	NAS&NAE	McKee&Wolf
Yhdyskuntien vedenhankinta	x	x
Teollisuuden vedenhankinta	x	x
Maatalouden vedenhankinta	x	x
Virkistyskäyttö & maisema	x	
Veneily & maisema		x
Uimavesi		x
Vesivoima ja merenkulku		x
Kuljetus ja jätteiden johtaminen		x
Makean veden eliöt ja eläimet	x	
Suolaisen veden eliöt ja eläimet	x	
Karja ja villieläimet		x
Kalat ja vesieläimet		x
Äyriäiset		x

Yleisluokitukset perustuvat usein pelkkiin fysikaalis-kemiallisiin kriteereihin. Bakteriologisia kriteereitä käytetään vasta niiden käyttömuotojen laatuvaatimuksissa, joissa arvellaan veden olevan tartuntareitti, siis useimmiten vedenhankinnan ja uimaveden osalta. Mikrobiologisia laatuvaatimuksia on kuitenkin sisällytetty myös yleisluokitukseen kuten Norjassa ja Suomessa on tehty. Yhteenveto suomalaisen luokitusehdotuksen mikrobiologisista laatuvaatimuksista on esitetty taulukossa 1.

**Taulukko 1.** Suomalaisen vedenlaatu luokitus ehdotuksen mikrobiologiset vaatimukset (bakteereja kpl/100 ml)

Käyttömuoto/Luokka	I	II	III	IV	V	VI
<b>Yleisluokitus</b>						
FC / FS	<10	<50	<100	<1000	...	-
<b>Virkistyskäyttö</b>						
FC / FS	<10	<10	<10*	100-1000	>1000	...
uinti						
FC / FS	<100	<100		100-1000		>1000
<b>Vedenhankinta</b>						
TC	<10	<50	50-100	100-1000	>1000	...
FC / FS	1-2	<10	10-50	50-500	>500	

TC=kokonaiskoliiformiset; FC=fekaalikolit; FS=fekaal. streptokokit  
 \*) luonnontilaiset/lähesluonnontilaiset vedet muuttavan toiminnan likaamat 10-100

Paitsi em. laatu luokitus ehdotusta on Suomessa esitetty laatuvaatimuksia vesilaitosten raakavedelle (Kaupunkiliitto 1970) sekä talousvedelle ja uimaranta- ja uimalavesille (lääkintöhallitus 1979 ja 1985). Näissä kaikissa on mukana mikrobiologiset vaatimukset, jotka hygieenisten indikaattoribakteerien osalta on esitetty taulukossa 2.

**Taulukko 2.** Vesilaitosten raakaveden, talousveden ja uimarantavesien hygieeniset laatuvaatimukset (bakteereja kpl/100 ml)

Veden laji	TC	FC	FS
<b>Raakavesi</b>		≤1000	≤1000
<b>Talousvesi</b>			
ThL 56 # vesijohtovesi			
hyvä	-	-	voidaan
välttävä	1 - 10		käyttää
huono	>10	+	lisämene-
Muu talousvesi			telmänä
hyvä	-	-	uloste-
välttävä	1 - 50	1 - 10	peräisen
huono	>50	>10	saastutuksen
			osoittamiseen
<b>Uimarantavesi</b>			
hyvä		<100	<100
välttävä		100 - 1000	100 - 1000
huono		>1000	>1000

Joskin suomalainen luokitus ehdotus perustuu kuuteen laatuluokkaan on joidenkin käyttömuotojen kohdalla käytössä raja-arvot vain neljälle laatuluokalle kuten uimavesien kohdalla. Tämä jako onkin lähempänä norjalaista ja ruotsalaista luokitusta. Ruotsalainen luokitus perustuu vanhempana kokonaiskoliiformisille ja fekaalisille koliiformisille bakteereille, norjalainen ja suomalainen uudempi-na fekaalisille koliiformisille bakteereille ja fekaalisille streptokokeille. Taulukkoon 3 on koottu näiden kolmen maan uimaveden mikrobiologiset laatuvaatimukset.

**Taulukko 3.** Uimavesien mikrobiologiset laatuvaatimukset Norjassa, Ruotsissa ja Suomessa (bakteereja kpl/100 ml)

Maa	TC	FC	FS
<b>Norja</b>			
hyvä		<100	<100
käyttökelpoinen		101 - 1000	101 - 1000
käyttörajoituksia		≥1000	≥1000
<b>Ruotsi</b>			
hyvä	<100	<10	
tyyydyttävä	100 - 1000	10 - 100	
välttävä	>1000	100 - 1000	
huono		>1000	
<b>Suomi</b>			
hyvä		<100	<100
välttävä		100 - 1000	100 - 1000
huono		>1000	>1000

Vesistöjen veden laatua Suomessa on systemaattisemmin seurattu vuodesta 1962, jolloin maataloushallituksen vesiensuojelutoimisto perustettiin. Tulokset suoritetuista analyysistä on tallennettu vesi- ja ympäristöhallituksen vedenlaaturekisteriin. Rekisteri perustettiin vuonna 1972, mutta siihen on tallennettu takautuvasti tietoja aina 1940-luvulta alkaen. Laajemmalti siinä on vedenlaatu-tietoja vuodesta 1961 alkaen.

Suomen vesistöjen veden laadusta ja niiden tilan kehittymisestä on julkaistu useampiakin yhteenvetoja (Laaksonen 1970, Laaksonen ja Malin 1980, 1984 ja 1985). Näissä on kuitenkin käsitelty vesistöjen hygieenistä tilaa vain ajalta 1962-1968. Valtakunnallisesti vesistöjen hygieenistä tilaa on käsitelty vuoden 1972 uimarantaselvityksessä (Vesihallitus 1974). Alueellisia selvityksiä vesistöjen hygieenisestä tilasta on julkaistu mm. Saimaan vesiensuojeluyhdistyksen toiminta-alueelta (Heinonen 1966), Kymi-joelta (Niemelä & Tirronen 1968), Lohjanjärveltä (Niemelä & Mentu 1985), Kajaaninjoesta ja Paltaselältä (Talsi 1986), Vantaanjoesta (Ahola 1985, Jokinen 1983, Niemi, Niemi & Aarnio 1987, Seppänen, Poikolainen & Ojala 1972) ja Helsingin uimarannoilta (Gorbatow & Pönkä 1986). Pikkalanlahden hygieenistä tilaa ja siihen vaikuttavia kuormittajia on myös selvitelty (Lahti 1984). Vesiensuojeluyhdistysten ja muiden julkisen valvonnan alaisten vesitutkimuslaitosten raporteissa tarkkailualueilta käsitellään yleensä myös ao. alueen veden mikrobiologista laatua. Kommentointi tältä osin on yleensä kuitenkin varsin niukkaa ja kertoo veden uimakelpoisuuden lääkin-töhallituksen yleiskirjeen perusteella. Viimeisin yleisesitys

Suomen vesistöjen tilasta on julkaisussa "Vesistöjen tila 1980-luvun alussa" (Vesihallitus 1984a).

## 1.2 Veden hygieenisen tilan kuvaajat

Veden hygieenistä tilaa seurataan koska saastunut vesi saattaa levittää tarttuvia tauteja. Taudin leviäminen voi tapahtua joko taudinaiheuttajia nauttimalla juomaveden tai veden saastuttamien elintarvikkeiden välityksellä tai jouduttaessa kosketuksiin saastuneen veden kanssa esim. uimapaikoilla.

Kirjallisuudesta löytyy useita esityksiä veden välityksellä leviävistä taudeista (Bradley 1974, Feachem 1977, lääkintöhallitus 1983, Moore 1971, Poikolainen 1968). Tilannetta Suomessa on selvitelty nimenomaan lavantautiryhmän osalta (Poikolainen & Parmala 1970, Tammilehto 1970, Wickström 1948). Yleisen hygienian parantumisen ja vesihuollon kehittymisen myötä ovat epidemiat ratkaisevasti vähentyneet. Huolimattomuus vesihuollon hoitamisessa voi kuitenkin vielä nykypäivänäkin kostautua epidemioina kuten vuosina 1979-1980 Orimattilassa, Viitasaarella, Nilsiässä ja Kaavilla (Hiisvirta 1981). Yhdysvalloissa vuosina 1946-1980 esiintyneiden veden välityksellä levinneiden epidemioiden syitä selvitellessä ilmeni, että taajamissa 55,5 % ja haja-asutusalueella 41,3 % tapauksista johtui vastaavasti puutteellisesta vedenkäsittelystä tai jakeluverkostossa esiintyneistä ongelmista (Lippy & Waltrip 1984). Ruotsissa vuosien 1975 - 1984 aikana esiintyneen 32 veden välityksellä levinneen epidemian syitä selvitellessä havaittiin syynä olevan useimmiten puutteellinen vesihuollon tekniikka (Andersson & Stenström 1987).

Yleisimmin käytetyt veden hygieenisen tilan indikaattorit ovat ihmisen ja lämmänveristen eläinten ulosteissa esiintyvät suolistobakteerit. Tällöin katsotaan näiden tiheyden indikoivan ulosteperäisten patogeenien esiintymistiheyttä. Merkittävimmät indikaattorit ovat :

- koliformiset bakteerit
  - kokonaiskoliformiset (TC)
  - fekaaliset koliformiset (FC)
- fekaaliset streptokokit (FS).

Näiden lisäksi on mikrobiologisina indikaattoreina käytetty seuraavia mikro-organismeja (Olivieri 1982):

- Pseudomonas aeruginosa
- Clostridium perfringens
- bifidobakteerit
- hiivat, vars. Candida albicans
- bakteriofaagit
- heterotrofiset bakteerit.
- indikaattoribakteerien keskinäiset suhteet saastutuksen alkuperän indikoimiseksi.

Mikrobiologisiksi indikaattoreiksi on esitetty lisäksi

- Vibrio sp. (Colwell & Kaper 1977)
- stafylokokkeja (Evans 1977).

Myös indikaattoribakteerien keskinäisiä määrasuhteita on käytetty indikoimaan saastutuksen alkuperää.

Mikrobien esiintymistä vesissä on indikoitu myös koprostanolilla, joka on mikrobien kolesterolista imettäväisten suolistossa tuottama steroli. Sen käyttökelpoisuutta veden hygienian indikaattorina Suomen oloissa ovat selvittelleet Niemi & Erkomaa (1984).

Indikaattoriorganismeille voidaan asettaa useita vaatimuksia, jotka perustuvat sille, että indikaattoreille asetetut pitoisuuden raja-arvot turvaavat veden käytön eri tarkoituksiin terveydellisessä mielessä. Näitä vaatimuksia ovat esittäneet mm. Niemelä (1965) ja lääkintöhallitus (1983). Monipuolisimmat useamman kirjoittajan näkemyksistä kootut indikaattoriorganismeille asetetut vaatimukset ovat seuraavat (Dufour 1984):

1. Sen tulee esiintyä yhdessä patogeenien kanssa
2. Sen ei tule lisääntyä vesiympäristössä
3. Sen tulee olla patogeeneja kestävämpi desinfektioille
4. Sen tulee olla helposti eristettävissä ja määrällisesti laskettavissa
5. Sen tulee soveltua käytettäväksi kaiken tyyppisissä vesissä
6. Sen ei tule olla herkkä muiden eliöiden haitallisille vaikutuksille
7. Se ei saa levitä ympäristöön muusta lähteestä kuin jätevedestä
8. Sen tulee esiintyä patogeeneja runsaslukuisempana
9. Sen esiintymistiheyden tulee korreloida ulostesaastutuksen määrän kanssa
10. Sen esiintymistiheyden tulee korreloida saastutuksen aiheuttaman terveydellisen vaaran kanssa.

Indikaattorin tulisi myös vesiympäristössä olla patogeeneja kestävämpi ulkoisille vaikutuksille. Ainakin laboratoriokokeissa on havittu Salmonella typhimuriumin ja S. paratyphi B:n säilyvän E. colia pitempään vesiympäristössä (Poikolainen & Seppänen 1971).

Yleisimmin käytetyt indikaattorit - TC, FC ja FS - eivät valitettavasti ominaisuuksiltaan täytä kaikkia edellä esitettyjä vaatimuksia. Taulukko 4 esittää kolmen indikaattoriryhmän - E. colin, FC:n ja FS:n - osalta miten nämä täyttävät esitetyt vaatimukset.

**Taulukko 4.** E. colin, FC:n ja FS:n ominaisuudet indikaattorivaatimusten osalta (Dufour 1984)

	<u>E. coli</u>	FC	FS
1.	+	+	+
2.	+	-	+
3.	-	-	+
4.	+	+	+
5.	-	-	+
6.	?	?	?
7.	-	-	-
8.	+	+	+
9.	+	+	+
10.	+	-	+

Koska vesien hygieenistä tilaa seurataan nimenomaan mahdollisen ulostesaastutuksen tarkkailemiseksi on sille asetettua vaatimusta tämän indikoimiseksi pidettävä varsin tärkeänä. Viranomaisethan asettavat käyttörajoitukset voimaan raja-arvojen ylittyessä. Väärät johtopäätökset tältä osin hankaloittavat kansalaisten elämää esim. uimarantojen käytön kieltämisenä ja saattavat aiheuttaa turhia taloudellisia panoksia. Ulosteperäistenkin bakteerien käyttö indikaattorina ei tältä osin ole täysin yksiselitteistä, koska niitä on tavattu myös eri teollisuuden alojen jätevesistä (Geldreich & Kenner 1969, Huntley 1976, Dufour & Cabelli 1976) sekä kalanviljelylaitosten jätevesistä (Myllymaa 1981, Niemi 1985).

Koliformiset bakteerit ja fekaaliset streptokokit ovat kuitenkin edelleen yleisimmin käytössä olevat indikaattoribakteerit. Ihmisten ulosteissa ovat valtalajina fekaaliset koliformit ja eläinten ulosteissa fekaaliset streptokokit (Geldreich 1976, Olivieri 1982). FC:FS suhde on edellisissä  $>4$  ja jälkimmäisissä  $<0,7$  (Geldreich & Kenner 1969). Suhteiden on katsuttu pysyvän samansuuruusina asumajätevesissä sekä toisaalta hulevesissä ja hajakuormitusalueilta tulevilla vesillä. FC:FS suhteen on kuitenkin lämpötilan vaikutuksesta havaittu vaihtelevan välillä  $0,5...10$  (Anon. 1981). Nämä raja-arvot ovat etäämpänä toisistaan kuin edellä esitetyt suhdelukujen raja-arvot  $0,7$  ja  $4$ , joten FC:FS suhdelukuja ei tulisi käyttää yksiselitteisesti saastutuksen alkuperän osoittamiseen.

Indikaattoribakteerien esiintymiseen vesiympäristössä vaikuttavat paitsi kuormituksen määrä veden fysikaalis-kemialliset (lämpötila, ravinteet, pH, virtaama jne.) ja biologiset (mm. predaattorit) ominaisuudet sekä vedessä olevat myrkylliset aineet (metalli-ionit, levätoksiinit) ja auringon säteily (Anon. 1981, Gaudy & Gaudy 1980, Hawkes 1971, Geldreich & Kenner 1969). Grigoryeva et al:n (1977) mukaan Escherichia on Enterococcusta herkempi levätoksiineille. Muutkin em. tekijät vaikuttavat eri bakteereihin eri tavalla, mikä edelleen vaikuttaa mm. bakteerisuhteisiin, myös FC:FS arvoon ja siis tämän suhdeluvun indikaattoriarvoon (Feachem 1975). Lopulliseen analyysitulokseen vaikuttaa lisäksi näytteenottoaika - vuoden- ja vuorokaudenaika - (mm. Anon. 1981, Niemelä 1969), näytteenottoaika (Itkonen & Vaajala 1985), näytteen kuljetuskäsittely ja analysointimenetelmät. Tosin Stelzer et al. (1982) ovat olleet sitä mieltä, että veden hygieenisen laadun arvioimisessa menetelmiä tärkeämpää on näytteenoton tiheys.

### 1.3 Vesistöjen indikaattoribakteerikuormitus

Sekä patogeeneja että niiden indikaattoreita tulee vesistöihin useasta eri lähteestä. Nämä voidaan jakaa

- yhdyskuntakuormitukseen
- teollisuuskuormitukseen
- hajakuormitukseen ja
- luonnonkuormaan.

**Yhdyskuntien aiheuttama kuormitus koostuu**

- asumajätevesistä
- palvelutoimintojen jätevesistä
- teollisuusjätevesistä ja
- hulevesistä.

Kuormitus vaihtelee vuorokaudenajan, viikonpäivän ja vuodenajan mukaan. Jäteveden koostumukseen vaikuttavat nimittäin ihmisen toimintojen vuorokaudenaikainen rytmi, yhdyskunnan vedenkäytön viikkorytmi ja vuodenaikojen mukainen hydrologisten olojen vaihtelu.

Jätevedenpuhdistamolta vesistöön johdettavien jätevesien bakteeripitoisuuksia seurataan jatkuvasti ja niiden määriä sekä keskinäisiä suhteita ovat selvittelleet useat tutkijat. Puhdistamoiden toimintaa tarkkailtaessa on poistuvan jäteveden indikaattoribakteeripitoisuuksista raportoitu ainakin taulukon 5 mukaisia tuloksia.

**Taulukko 5.** Yhdyskuntien jätevesien indikaattoribakteeripitoisuuksia ( $10^4$  kpl/ml)

TC	FC	<u>E. coli</u>	FS	Viite*
- <0,01	- <0,01	18-1800	- <0,01	1)
	0,01-4,55			2)
0,013-1	<0,01-0,3	-0,3	<0,01-0,04	3)
				4)

Mikäli jätevesi desinfioidaan tulisi poistuvan jäteveden indikaattoribakteeripitoisuuden olla tietysti nolla ja mikäli puhdistamo ei häiriöiden vuoksi toimi saattaa poistuvassa jätevedessä bakteeripitoisuus olla jopa korkeampi kuin sinne tulevassa. Tulevan jäteveden bakteeripitoisuuksina on esitetty mm. seuraavia lukuarvoja (Stenström 1985):

TC	1 ... 75	$\times 10^4$	kpl/ml
FC	0,2 ... 27	$\times 10^4$	"-
<u>E. coli</u>	2	$\times 10^4$	"-
FS	0,3 ... 6	$\times 10^4$	"-

Hulevesien ja sadevesien indikaattoribakteeripitoisuuksia taajamissa Yhdysvalloissa ja Suomessa on koottu taulukkoon 6.

**Taulukko 6.** Huleveden ja sadeveden indikaattoribakteeripitoisuuksia ( $10^4$  kpl/100ml).

Veden laji	FC		FS		FC:FS	
	USA 5)	Suomi 6)*	USA	Suomi	USA	Suomi**
Hulevesi	0,01-35	0,01-20	0,2-39	2-4	0,04-1,1	1,5-6,25
sadevesi (erill.viem.)	0,01-35		0,2-39		0,04-1,1	
sadevesi (sekaviem.)	89-760		32-74		3,6-21,7	

-----  
\*Viitteet taulukoissa 5 ja 6

1) Grabow et al. 1981

2) McCoy 1971

3) Niemi & Niemi 1980

4) Stenström 1985

5) Geldreich 1976

6) Melanen 1980

\*\* (Ed.sivulla)

Suomalaisessa tutkimuksessa suurin havaittu FC arvo oli  $25 \times 10^4$  kpl/100 ml. Mikäli tutkimuksessa saatujen FC:n ja FS:n minimi- ja maksimiarvojen katsotaan vastaavan toisiaan ovat FC:FS arvot taulukossa esitetyt. Tämä tukisi väitettä, jonka mukaan hulevesien FC pitoisuus, joka ylittää suuruusluokan  $10^4$  kpl/100 ml indikoisi asumajäteveden vaikutusta hulevedessä (Malmqvist 1983).

Palvelutoimintojen tuottama jätevesi voidaan laadullisesti jakaa muiden jätevesityyppien - asumajäteveden, huleveden tai teollisuusjäteveden - kesken sen mukaan minkälaisesta palvelutoiminnasta on kyse - majoitus- ja kokoustiloista, liikenteestä, pesuloista jne.

Teollisuusjätevedet osallistuvat myös indikaattoribakteerikuormitukseen. Taulukkoon 7 on kerätty tietoja eri teollisuudenalojen aiheuttamasta mikrobiologisesta kuormituksesta. Luvut ovat viitteiden ilmoittamia minimi- ja maksimiarvoja, joista jotkin tosin ovat taas erilaisia keskiarvoja.

**Taulukko 7.** Eri teollisuudenalojen indikaattoribakteerikuormitukset ( $10^4$  kpl/100ml)

Teollisuudenala	TC	FC	FS	Viite**
Elintarvike	0-10 000	0,1-13 000	0,1-28 000	1) & 4)
Tekstiili	0-23 000*	0-100	0-10	1) & 2)
Puunjalostus	12*-5 400*	0,01-2 900	0,03-20	3), 6), 7) & 10)
Kalankasvatus	0-0,95	0-0,34	0-16	5) & 8)

\* keskiarvoja, muut yksitt. min/max

Teollisuusjätevesien hygieniakuormitusta arvosteltaessa on kiinnitettävä huomiota siihen, että jätevesianalyysissä on todettu suuren osan TC ja FC tuloksista olevankin muita lajeja. Yleisimpiä näistä muista lajeista ovat Klebsiellat, joiden osuuden TC:sta on todettu vaihtelevan ainakin 7-100 % ja FC:sta 0-82 %. Taulukossa 8 on esitettyinä eri teollisuudenalojen jätevesien Klebsiella osuuksia koliformisista bakteereista.

-----  
\*\* Viitteet taulukoissa 7 ja 8.

- |                          |                         |                           |
|--------------------------|-------------------------|---------------------------|
| 1) Anon. 1982            | 5) Myllymaa 1981        | 9) Niemi & Taipaleen 1980 |
| 2) Dufour & Cabelli 1976 | 6) Niemelä & Mentu 1985 | 10) Talsi 1986            |
| 3) Hendry et al. 1982    | 7) Niemelä et al 1987   |                           |
| 4) Menon 1985            | 8) Niemi 1985           |                           |



**Taulukko 8. Eri teollisuudenalojen jätevesien koliformisten bakteerien Klebsiella osuuksia (%)**

Teollisuudenala	TC	FC	Viite **
Elintarvike	24-58		1)
Tekstiili	43-100	14-70	2)
Puunjalostus	29-32	0-82	7), 9) & 10)
Kalankasvatus	6, 6		8)

Puunjalostusteollisuuden ollessa maamme suurin vesistönkuormittaja (v. 1980 massa- ja paperiteollisuuden osuus teollisuuden vedenkäytöstä ilman erillisiä voimaloita oli 58 % (Vesihallitus 1983)) on hyvin ilmeistä, että sen jätevesien vaikutuksessa olevat vesistö-alueet tulevat herkästi luokitelluiksi ulostesaastutuksen alaisiksi väärin perustein.

Puunjalostusteollisuuden hygieniakuormituksen on laskettu vastaavan ainakin 40 miljoonan asukkaan kolibakteerieritystä ja tämäkin vain mikäli kaikki heidän jätteensä johdettaisiin suoraan vesistöön. Kalankasvatuslaitokset, jotka paikallisesti saattavat rehevöittää vesistöä rajustikin vastaavat hygieniakuormaltaan sen sijaan edellä esitettyjen lukujen perusteella enimmilläänkin vain 170 000 asukkaan kolibakteerieritystä. Teollisuuden vesitilaston (Vesihallitus 1984b) mukaan kalankasvatuslaitosten käyttämä vesimäärä oli v. 1980 yhteensä  $1,29 \times 10^9 \text{ m}^3$ .

Hajakuormitusta on se vesistönkuormitus, mikä ei tule pistemäisistä kuormituslähteistä. Hajakuormitukseen lasketaan joskus kuuluvaksi mukaan luonnonkuorma, joka ei ole lähtöisin ihmistoiminnoista. Toisinaan se erotetaan hajakuormituksesta juuri tästä syystä.

Pistemäisten kuormituslähteiden tullessa enenevässä määrin hallintaan on hajakuormituksesta tulossa yhä merkittävämpi tekijä vesien saastuttajana. Yhdysvalloissa tehdyn selvityksen mukaan kuudella EPAn (Environmental Protection Agency) kymmenestä piiriorganisaatioalueesta hajakuormitus oli vallitseva veden laatuun liittyvä ongelma (EPA 1984).

Hajakuormituslähteet voidaan ryhmitellä seuraavasti (Kauppi 1979, Myers et al. 1985, Vesihallitus 1984b):

- Ilman kautta tuleva kuormitus
  - sateen mukana tuleva
  - kiinteät lähteet (savupiiput yms.)
  - liikenne
- Maatalous
  - maanviljely
  - kastelu
  - karjatalous
  - säilörehun puristeneste
  - turkistarhaus

- Metsätalous
  - metsäojitus
  - metsälannoitus
  - avohakkuu
- Haja- ja loma-asutus
- Hulevesi
- Kaato- yms. paikat
- Vesistö rakentaminen, säännöstely, kuivatus
- Turvetuotanto
- Kaivostoiminta.

Hajakuormitusalueilla hygieeninen kuormitus vaihtelee kymmenien potensseissa maankäyttötavasta riippuen (taulukko 9). Karjan ruokinta-alueet ovat suurimpia esitettyjä kuormittajia, pitoisuudet ml:ssa saattavat niiden valumavesissä olla miljoonia. Hajakuormitusalueilla esiintyvät pienet indikaattoribakteeripitoisuudet eivät kuitenkaan välttämättä indikoi pientä hygieenistä kuormitusta. Syynä pieniin pitoisuuksiin voi olla bakteerien tuhoutuminen myrkyllisen aineen, esim. puristenesteen tai sinilevien toksisiin, vaikutuksesta. Nämä syyt on katsottu todennäköisiksi pienille enterokokkipitoisuuksille Malisjoen hajakuormitusta selvitetessä (Jokinen & Hongell 1980).

**Taulukko 9.** Hajakuormitusalueiden indikaattoribakteerikuormia ( $10^4$  kpl/100 ml)

Maankäyttömuoto	TC	FC	FS	Viite*
Haja-asutus		<0,001-0,17	0,014-0,84	2)
Metsävalt. alueet			<0,001-0,13	3)
Peltovalt. alueet			0-0,015	3)
Karjan ruokinta	15 000	26-7 200	21-34 000	1)&2)

Hajakuormitusalueilla esiintyvän kuormituksen suuruuteen vaikuttavat hydrologiset tekijät suuresti. Indikaattoribakteeripitoisuudet ovat valumavesissä suuremmat sadekautena kuin kuivina kausina pelto- ja laidunalueilla. Lumen sulamisvesien ei todettu vaikuttavan bakteeripitoisuuteen (Maasilta et al. 1980, Stephenson & Street 1978). Bakteerien keskinäisessä vertailussa todettiin TC:n pitoisuuksien noudattavan paremmin kuin FC virtaamavaihteluita (Stephenson & Street 1978).

**Luonnonkuorma** on peräisin etupäässä valuma-alueella liikkuvista villieläimistä. Vesistön koliformibakteeripitoisuuden on todettu korreloivan alueella liikkuvien eläinten määrän kanssa (Stuart et al. 1971).

-----  
\* Viitteet taulukossa 9

1) Ahmed & Schiller 1981

3) Maasilta et al. 1980

2) Geldreich 1976

Hajakuormituksen ja luonnonkuormituksen koliformibakteeriosuuden lähteitä, laatua ja analyysituloksiin vaikuttavia tekijöitä ovat selvittelleet Bohn & Buckhouse (1985). Heidän mukaansa koliformisten bakteerien käyttökelpoisuus indikaattoriorganismina näillä alueilla vaatii lisäselvityksiä.

Lopulliseen vesistönkuormitukseen vaikuttaa luonnollisesti jäteveden käsittely. Edellä tosin on pyritty esittämään lukuja eri kuormituslähteiden lopullisista, käsittelyn jälkeisistä, bakteerikuormista. Monessa viitatussa julkaisussa ei kuitenkaan ole kerrottumita jäteveden käsittelymenetelmää ao. jätevesille kulloinkin on käytetty. Eri menetelmien tehoa sekä indikaattoriorganismeihin että patogeeneihin on selvitelty paljonkin, mutta käsittelytehoa nimenomaan tietynlaisten jätevesien sisältämiin mikrobeihin ei niinkään.

Käsittelyn piiriin ollaan myös nykyään ottamassa jätevesiä, joita aiemmin ei käsitelty lainkaan. Tällaisia ovat varsinkin hajakuormituksesta - esim. haja-asutuksesta, kaatopaikoilta, turvetuotannosta - tulevat jätevedet. Kalanviljelylaitosten jätevesien käsittelyä tutkitaan myös innokkaasti.

Jätevedenpuhdistamoiden toimintaa jäteveden mikrobimäärien vähentäjänä on selvitelty paljonkin (Grabow et al. 1981, Pajukallio 1987). Viimeisimpiä on ruotsalainen SWEP (Sewage Works Evaluation Project) tutkimus (Stenström 1987), jonka antamat mikrobiologiset tulokset eri käsittelymenetelmien osalta on esitetty taulukossa 10.

**Taulukko 10.** Indikaattoribakteerien reduktio-% eri jäteveden käsittelymenetelmillä (Stenström 1987)

Käsittelymenetelmä	TC	FC	<u>E.coli</u>	FS
Mekaaninen 1)	12-50	0-42	0-47	37-44
Biologinen				
Biosuodin	95	89		88
Aktiiviliete	94	93	93	90
Kemiallinen 1)	62-84	60-76	65-72	60-98
Kemiallis-biol. Simultaanis.	92	95	94	92

1) kahden eri laitoksen tulokset

Samankin jätevedenpuhdistamon bakteerireduktiot vaihtelevat paitsi toiminnan perusteella myös tulevan jäteveden laadusta johtuen. Ruotsalaisessa tutkimuksessa osaan puhdistamoja tuli arkipäivisin myös teollisuusjätevesiä, jolloin reduktio-%:t olivat pienemmät kuin pelkälle asumajätevedelle. Ero oli bakteerista riippuen 0-17 %-yksikköä.

Mikrobiologisesti tehokkaimpia ja samalla yksinkertaisimpia jäteveden käsittelymenetelmiä on sen maaperäkäsittely, jolloin puhdistusteho bakteerien osalta on 95-100 %. Haja-asutusalueilla

nämä menetelmät ovat hygieeniseltä kannalta suositeltavia, sillä sakokaivot ja pienpuhdistamot vähentävät bakteereita selvästi vähemmän kuin maaperäkäsittely, vaihteluvälin ollessa tosin 0-98 % (Silfverberg 1981). Seurattaessa 82 alle 50 asukkaan jätevesiä käsittelevää pienpuhdistamoa todettiin FC reduktion olevan keskimäärin alle 3 % (Syvälahti 1981).

Tavoiteltaessa jäteveden täydellistä hygieenistä käsittelyä on se desinfioitava. Yleisimpiä jätevedenkin desinfiointimenetelmiä on ollut klooraus. Kloorauksen seurauksena vesistöön joutuu myrkyllisiä klooriyhdisteitä joten vesistön kannalta menetelmää ei pidetä suositeltavana. On myös todettu, että resipientissä on jäteveden kloorauksen jälkeen enemmän indikaattoribakteereita kuin silloin, kun jätevettä ei ole kloorattu (Kinney et al. 1978). Kirjoittajien tarjoaman solujen uudelleen kasvun sijasta on syyksi esitetty kloorauksen vaikutusta bakteerien predaattoreihin, joiden aktiivisuus jäännöskloorin vuoksi vähenisi niin paljon, että se mahdollistaisi bakteerien lisäkasvun (Haas 1979).

#### 1.4 Tutkimuksen tarkoitus

Tutkimuksella pyrittiin selvittämään vesi- ja ympäristöhallituksen vedenlaaturekisterin aineistoa käyttäen Suomen vesistöjen hygieenistä tilaa ja sen kehitystä ajanjaksona 1962-1984 sekä hajakuormituksen osuutta siitä. Hygieenisen tilan indikaattoreiksi valittiin rekisterissä mukana olevat yleisimmin käytetyt indikaattoribakteerit:

- kokonaiskoliformiset bakteerit (TC)
- fekaaliset koliformiset bakteerit (FC)
- fekaaliset streptokokit (FS).

Tarkasteluajanjakso aloitettiin vuodesta 1962, koska se on ensimmäinen vuosi, jolta rekisterissä löytyy aineistoa tilastollisesti käsiteltäväksi. Vuosi 1984 jouduttiin ottamaan tämän tutkimuksen viimeiseksi vuodeksi, koska elokuussa 1986 aineistoa kerättyä ei vuoden 1985 tuloksia ollut vielä tallennettu rekisteriin kokonaisuudessaan.

Tutkimuksen eräänä tavoitteena oli myös selvittää eroavatko ja millä tavalla erilaisten kuormittajien - asumajäteveden, teollisuusjäteveden ja hajakuormituksen - kohteena olevat vesistöalueet hygieeniseltä laadultaan ja kehitykseltään toisistaan.

Paitsi vesistöjen hygieenisen tilan kehitystä haluttiin selvittää miten eri vesistöt asettuvat eri luokkiin suomalaisen vedenlaatu-luokitusehdotuksen yleisluokituksen mikrobiologisten perusteiden mukaan erikseen FC:lla ja FS:lla määritettynä. Vesistöjen laadun kehitystä kumpaakin em. bakteeria indikaattorina käyttäen seurattiin määrittämällä kuinka suuri osa vesistöalueista kuului kuhunkin laatuluokkaan vuosina 1970, 1975, 1980 ja 1984.

Aineistosta selvitetttiin myös FC:FS, jotta nähtäisiin kuvaisiko tämä suhdeluku ryhmien välisiä eroja resipienttiluonteessa.

## 2. AINEISTO JA MENETELMÄT

### 2.1 Aineisto

Tutkimusaineisto koottiin elokuussa 1986 vesihallituksen (1.10.1986 jälkeen vesi- ja ympäristöhallitus) vedenlaaturekisteristä. Mukaan otettiin rekisteriin sisävesistöistä tallennetut kokonaiskoliformisten bakteerien (TC), fekaalisten koliformisten bakteerien (FC) ja fekaalisten streptokokkien (FS) analyysitulokset. Kaikkia bakteereita ei saatu aineistoon kaikilta tutkimusvuosilta, koska niiden käyttö mikrobiologisissa selvityksissä on vaihdellut. Aineistossa ovat mukana eri bakteerit seuraavilta vuosilta:

TC 1962 - 1984  
FC 1967 - 1984  
FS 1963 - 1984.

Vuosi 1984 on viimeinen aineistoon mukaan saatu vuosi, koska elokuussa 1986 ei vuoden 1985 tuloksia ollut vielä saatu kokonaisuudessaan tallennetuksi rekisteriin. Liitteessä 2 ja kuvassa 1 esitetään vuosittainen analyysimäärä. Aineiston käsittelyssä ei otettu huomioon analyysimenetelmien muutosta tutkimusaikana. Käytetyt menetelmät on tallennettu vesi- ja ympäristöhallituksen analyysimenetelmätiedostoon, josta ne ovat saatavissa.

Aineisto jouduttiin rajaamaan sisävesistöihin ja jättämään vielä ns. pienet rannikkoalueet (Seuna 1971, nro:lla 8 alkavat alueet) pois koska vesistöalueuokituksen käyttö näillä alueilla ei vedenlaaturekisterin, vesihuoltotilaston ja teollisuuden vesitilaston aineiston osalta ollut täysin yksiselitteistä. Aineiston tarkistaminen tältä osin olisi teettänyt kuukausien lisätyön.

Vedenlaaturekisteriin tallennetaan vesi- ja ympäristöhallinnon omista tutkimuksista tuleva aineisto sekä julkisten vesitutkimuslaitosten aineistoa. Rekisterin sisällöstä ja sen hyväksikäytöstä on olemassa ohjeita ja esitteitä (Henttonen et al. 1980, Malin 1982, Vesihallitus 1985).

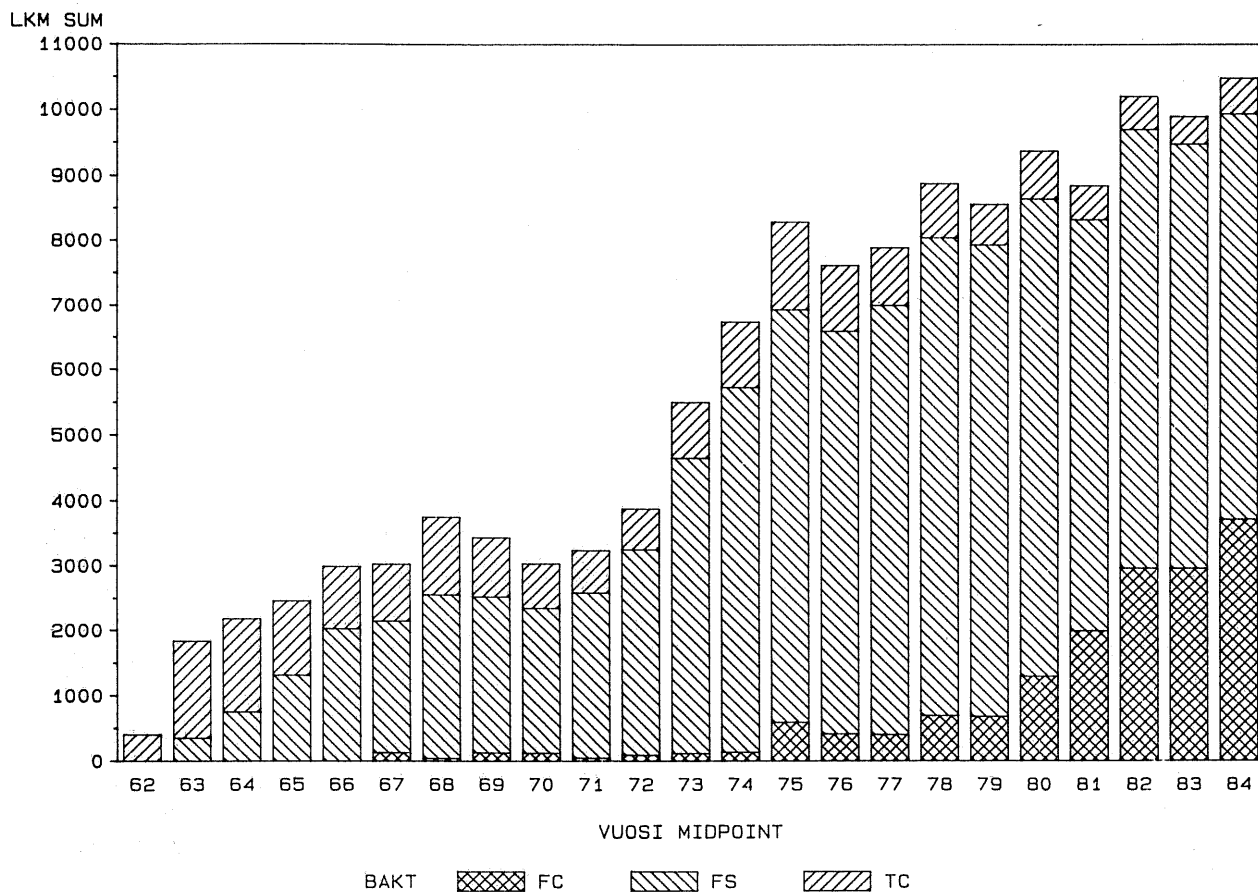
Tutkimuksella haluttiin selvittää myös erityyppisten kuormittajien - yhdyskunta-, teollisuus- ja hajakuormituksen - vaikutusta vesistöjen hygieeniseen laatuun. Vesistöalueet ryhmiteltiin resipienttiluonteensa mukaan kolmeen osaan, joita jatkossa nimitetään seuraavasti:

- asumajätevesialueet
- teollisuusjätevesialueet
- hajakuormitusalueet.

Asumajätevesialueet ovat niitä liitteen 1 vesistöalueita, joihin johdetaan vain vesi- ja ympäristöhallituksen vesihuoltotilastossa mukana olevien jätevedenpuhdistamoiden jätevesiä (Vesihallitus 1985). Nämä laitokset ovat vähintään 200 asukasta palvelevia jätevedenpuhdistamoita. Tähän ryhmään kuuluvat vesistöalueet on lueteltu liitteessä 7.

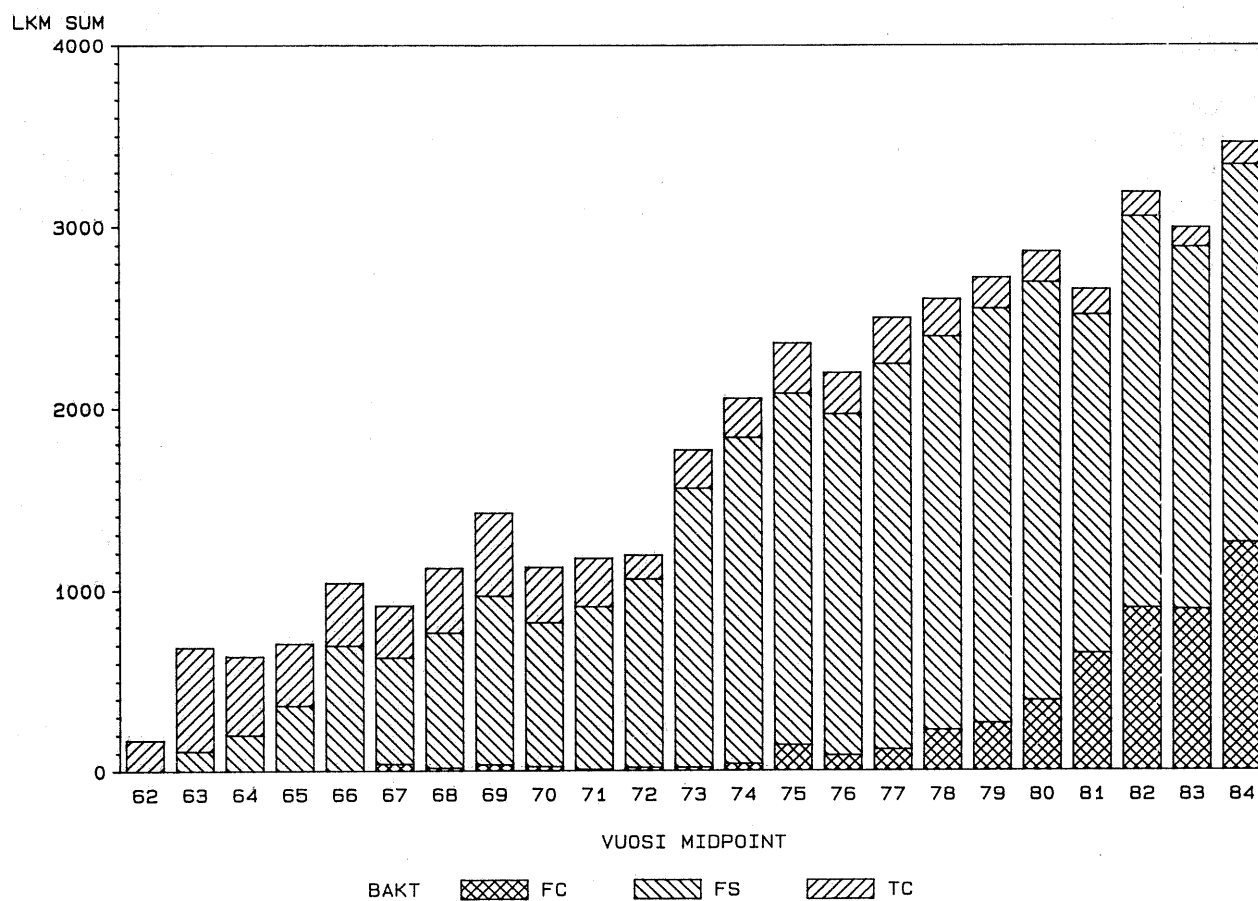
Teollisuusjätevesialueet ovat niitä liitteen 1 alueita, jotka mainitaan vesi- ja ympäristöhallituksen teollisuuden vesitilastossa resipientteinä (Vesihallitus 1983). Useimmat niistä ovat samalla edellisen määritelmän mukaan asumajätevesialueita. Tähän ryhmään kuuluvasta 152 vesistöalueesta tai osa-alueesta vain 26 vastaanotti

KOKO AINEISTON VUOSITTAISET ANALYYSIMÄÄRÄT

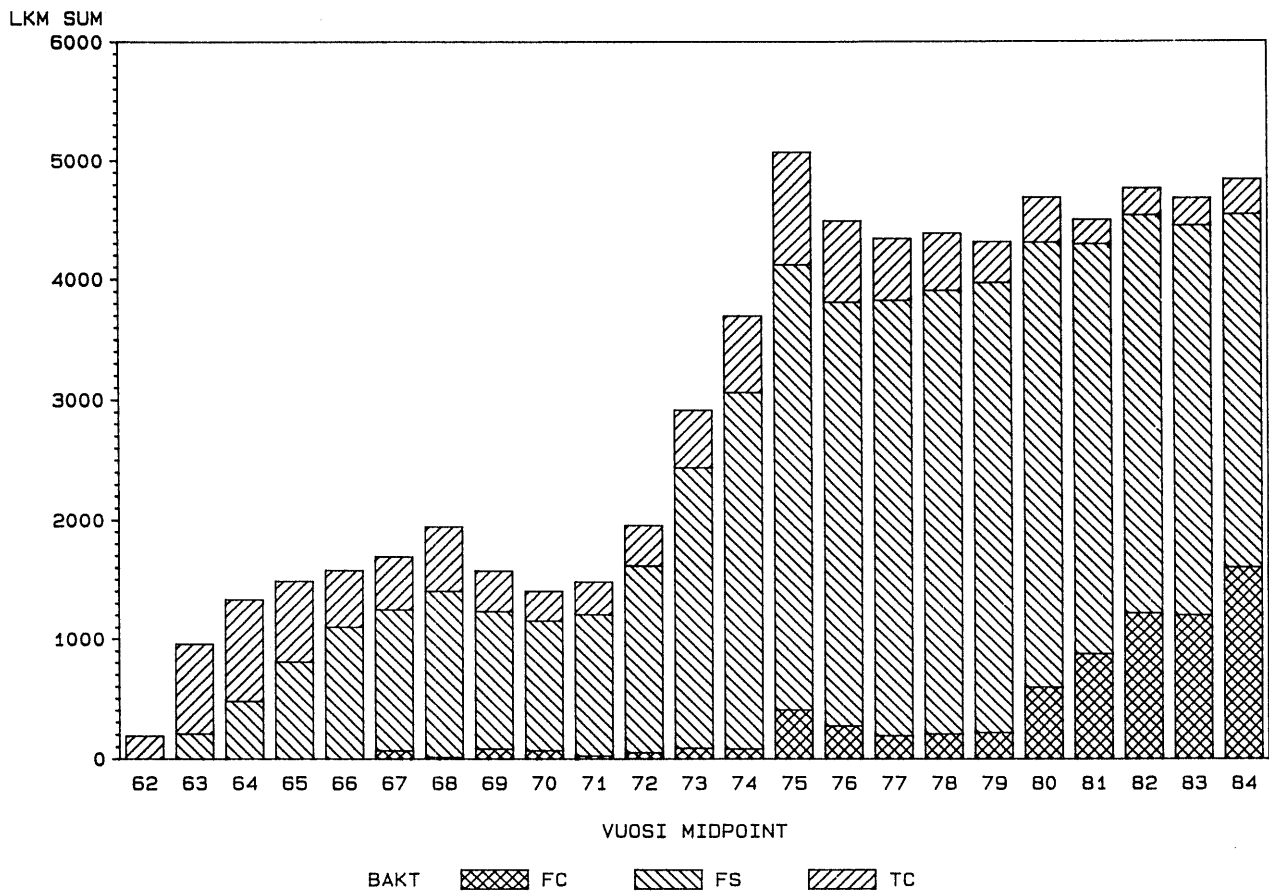


Kuva 2

ASUMAJÄTEVESIALUEIDEN VUOSITTAISET ANALYYSIMÄÄRÄT

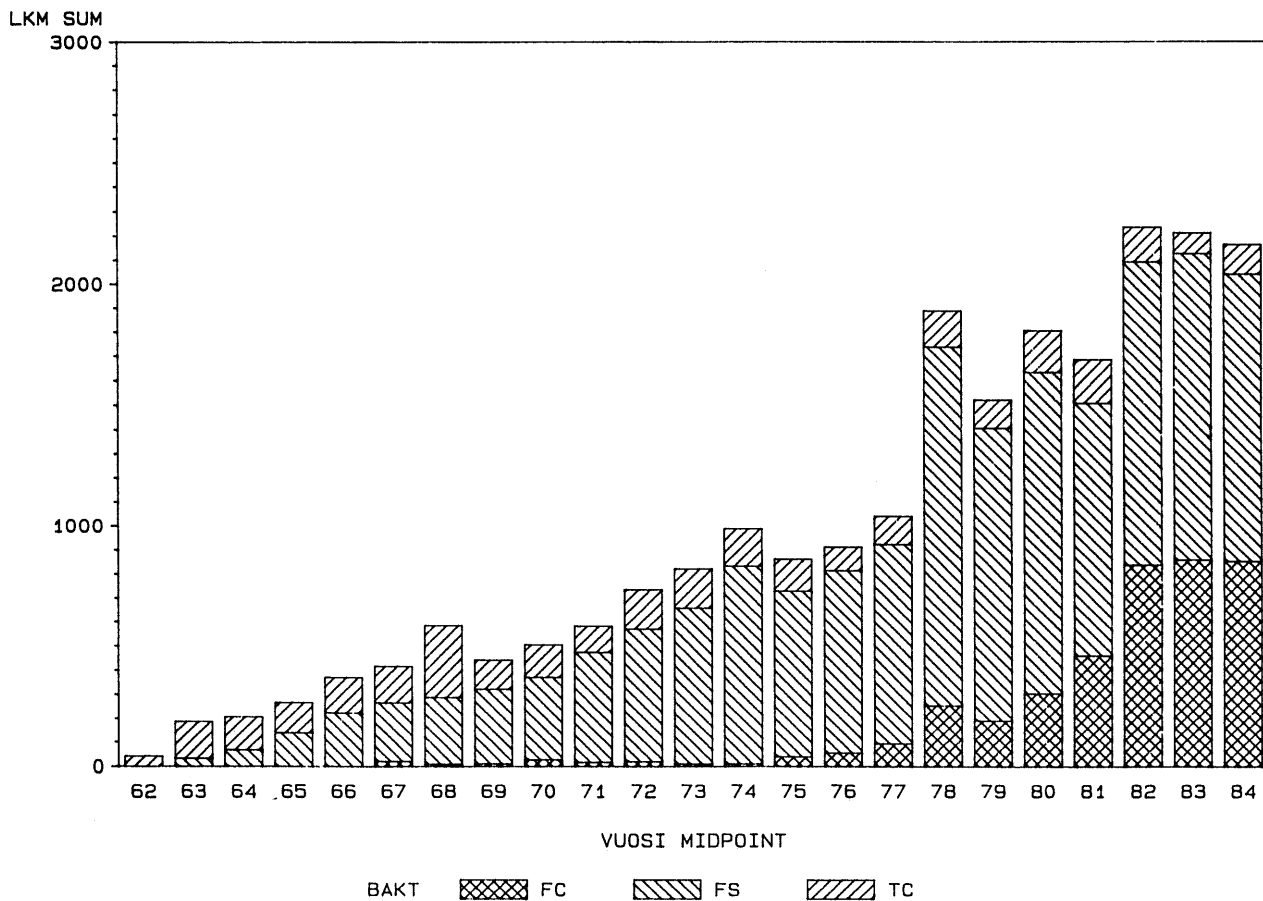


## TEOLLISUUSJÄTEVESIALUEIDEN VUOSITTAISET ANALYYSIMÄÄRÄT



Kuva 4

## HAJAKUORMITUSALUEIDEN VUOSITTAISET ANALYYSIMÄÄRÄT



pelkästään teollisuusjätevesiä, eikä niitä siten ryhmitelty erikseen. Tähän ryhmään kuuluvat vesistöalueet on lueteltu liitteessä 8.

Hajakuormitusalueita ovat ne liitteen 1 vesistöalueet, joita ei ole mainittu kummassakaan em. tilastossa. Kuormittajia ei niiltä varsinaisen hajakuormituksen lisäksi kuitenkaan kokonaan puutu. Näiden alueiden vesistöt ovat varsin puhtaita ja siten usein käytettyjä kalanviljelylaitosten sijaintipaikkoina. Tässä aineistossa ei tätä toimintaa ole kuitenkaan otettu huomioon piste-kuormittajana vesistöalueryhmittelyssä. Tähän ryhmään kuuluvat vesistöalueet on lueteltu liitteessä 9.

Resipienttien jako eri ryhmiin tarkistettiin jokaisen tilastoissa mukana olevan kuormittajan osalta vesi- ja ympäristöpiireissä, mikä tarkistuskierros osoittautui aiheelliseksi. Tähän oli kaksikin syytä. Ensinnäkin ilmeni, että vesihuolto- ja teollisuuden vesitilastossa oli resipientti mainittu virheellisesti. Toiseksi kuormittajat johtivat jätevedet aivan vesistöalueen alarajalle, niin että alueen kaikki näytepisteet olivat kuormittajan yläpuolella ja lähin alapuolinen piste olikin alapuolisella vesistöalueella. Tämä tilanne otettiin huomioon resipienttiryhmittelyssä.

Jako on suoritettu vuoden 1984 tilanteen mukaisesti. Tilannehan on koko tutkimuksen aikavälin varrella ollut jatkuvan muutoksen kohteena vesihuoltoon liittyvän rakennusaktiviteetin ollessa tänä ajanjaksona varsin vilkasta. Ryhmittely olisi tietysti pitänyt tehdä joka vuoden osalta erikseen, mutta koska aineiston tarkastuksessa ilmeni, että puhdistamojen resipienttivesistöt eivät tilastoihin olleet aina tulleet oikein katsottiin takautuva tarkastus tältä osin epätoivoiseksi ja päädyttiin ryhmittelyssä noudattamaan aineiston viimeisen vuoden tilannetta.

Kunkin osa-alueen vuosittaiset vedenlaaturekisterissä olevat analyysimäärät on esitetty liitteessä 3 ja kuvissa 2-4.

Vesistöjen hygieenisen tilan kehityksen selittäjiksi valittiin vesistökuormituksen intensiteettiä kuvaavia tekijöitä kunkin resipienttiryhmittelyn toimintaa kuvaamaan.

**Asumajätevesikuormitusta** kuvaamaan otettiin:

- viemärointiin liitetty asukasmäärä (ASV)
- em. ryhmän %-osuus kaikista asukkaista (ASV%)
- jätevedenpuhdistamoihin liitetty asukasmäärä (ASP)
- em. ryhmän %-osuus kaikista asukkaista (ASP%)
- viemärivereden määrä. (KMD)

Tiedot kerättiin kunkin vuoden vesihuoltotilastosta. Näiden selittäjien vuosiarvot on esitetty liitteessä 4.

**Teollisuusjätevesikuormitusta** kuvaamaan otettiin:

- koko teollisuuden jätevesimäärä (MKAT)
- massa- ja paperiteollisuuden jätevesimäärä (MKAMP)
- koko teollisuustuotannon volyyymi-indeksi (TVK)
- massa- ja paperiteollisuustuotannon volyyymi-indeksi. (TVMP)

Tiedot kerättiin teollisuuden vesitilastoista ja tilastollisista vuosikirjoista. Näiden selittäjien vuosiarvot on esitetty liitteessä 5.

**Hajakuormitusta** kuvaamaan valittiin ainoastaan karjataloutta kuvaavia lukuja, joista toinen käsitti vain nautakarjan (NAU)



määrän ja toinen nautakarjan lisäksi lampaat, karitsat, porot ja siat (KAR). Hevosia, kanoja ja muuta siipikarjaa ei otettu mukaan. Nämä tiedot kerättiin tilastollisista vuosikirjoista. Selittäjäksi olisi haluttu myös haja-asutuksen määrän kehittyminen, mutta koska siitä on saatavilla tutkimuksen ajanjaksolta tietoja vain väestölaskentavuosilta eli tutkimusajanjakson vuosilta 1970 ja 1980 se jouduttiin jättämään pois. Nautakarjan ja koko karjan määrän kehittyminen vuosittain on esitetty liitteessä 6.

## 2.2 Menetelmät

Vedenlaaturekisteri oli elokuussa 1986 vesihallituksessa magneettinauhoilla piireittäin. Aineisto kerättiin näiltä nauhoilta tiedostoksi Eclipse MV/6000 tietokoneelle. Aineiston käsittelyyn käytettiin SAS-valmisohjelmistoja tilastolaskentoja varten.

Aineisto käsiteltiin paitsi resipienttiryhmittelyn - asumajätevesialueet, teollisuusjätevesialueet, hajakuormitusalueet - mukaan myös yhtenä koko maan kattavana kokonaisuutena (= kaikki alueet). Jokaiselta alueelta käsiteltiin erikseen TC, FC ja FS.

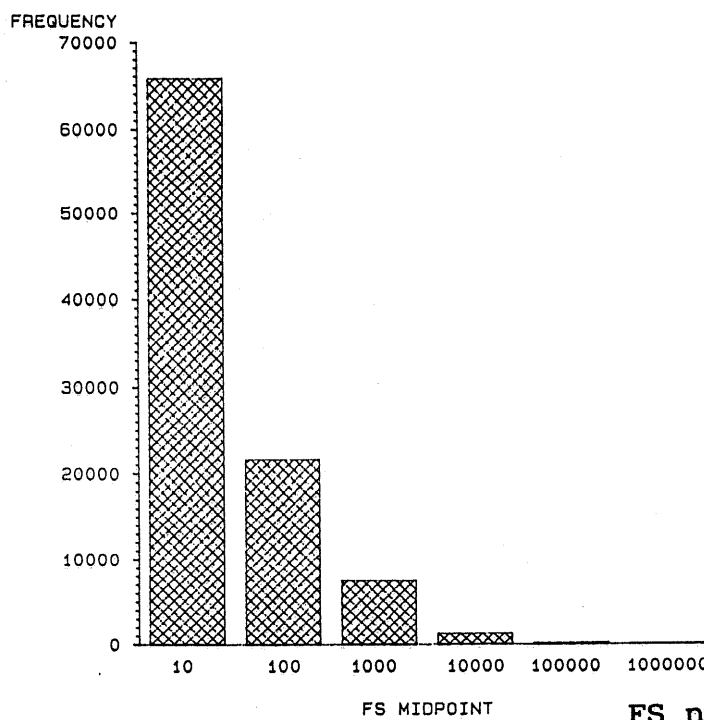
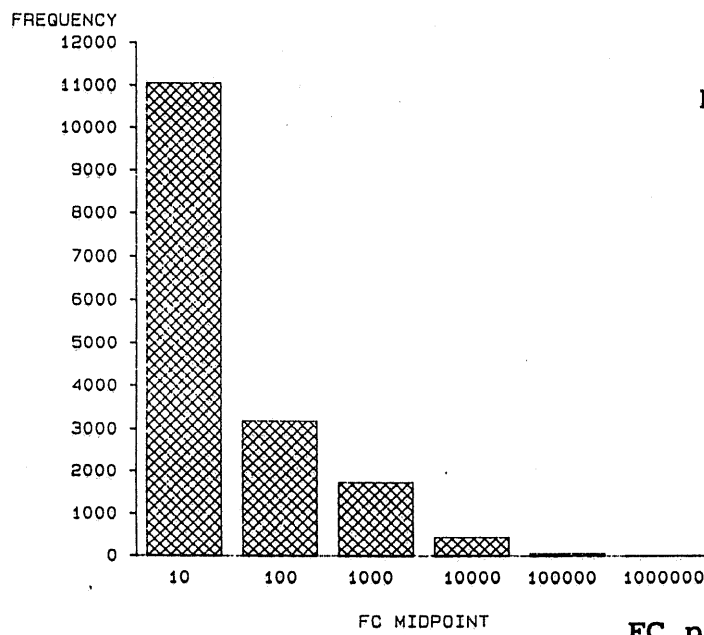
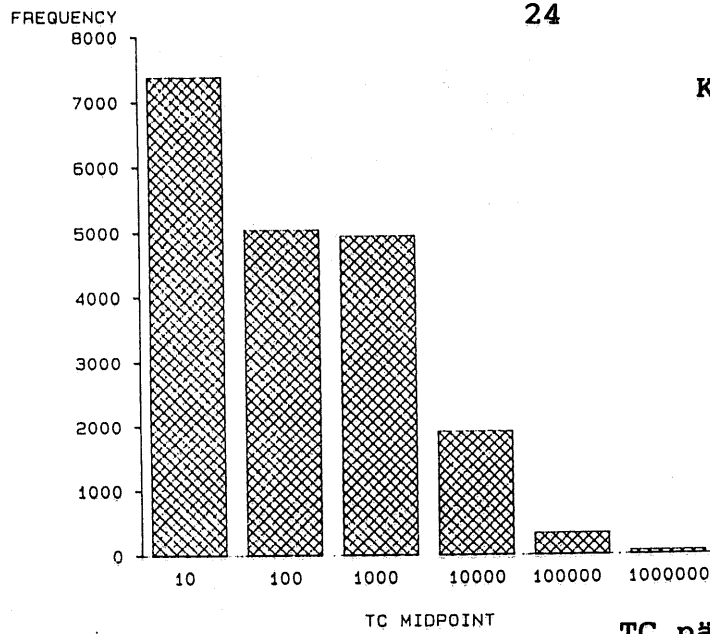
Koska tutkimusaineiston avulla haluttiin selvittää vain yleisiä kehitystrendejä on sen laskennallisessa käsittelyssä käytetty varsin yksinkertaisia menetelmiä. Lasketut tilastolliset tunnusluvut olivat:

- keskiarvot
- ns. korjatut keskiarvot
- mediaanit
- yläkvartiilit.

Kaikki määritettiin vuosittaisina arvoina. Keskiarvot, mediaanit ja yläkvartiilit saatiin suoraan tietojenkäsittelytulostuksina. Vuosittaisten arvojen lisäksi laskettiin kullekin alue-bakteeriyhdistelmälle regressiosuora kuvaamaan tutkitun aikavälin suoraviivaista kehitystä bakteeripitoisuudelle ao. 'alueella'.

Koska aineistosta löytyy paljon nolla tuloksia ja jopa mediaanit olivat joskus nolliä, ei alakvartiileja katsottu aiheelliseksi ottaa mukaan tilastollisiin muuttujiin. Ns. korjatut keskiarvot määritettiin siten, että aineistosta poistettiin ylin yhden promillen fraktiili ja laskettiin uusi keskiarvo. Vuotta ja bakteeria kohden poistettiin tässä yhteydessä alueryhmien osalta 1-3 suurinta analyysitulosta, koko aineistoa käsiteltäessä 1-7 suurinta analyysitulosta. Tämä korjaus tehtiin koska aineistossa ilmiselvästi oli mukana jätevesien analyysituloksia. Koska kuitenkin ei haluttu subjektiivisesti valita poisjätettäviä analyysituloksia päädyttiin em. menettelyyn. Menettelyn vaikutus näkyy selvimpänä vuoden 1977 FC:ssa teollisuusjätevesialueilla, missä yhden analyysituloksen poistaminen 189:stä alensi keskiarvon 281 294 kpl/100ml arvoon 874 kpl/100 ml.

Vesistön indikaattoribakteeritiheyksiä kuvaava aineisto ei noudata normaalijakaumaa. Tämän tutkimuksen koko aikavälin aineistoa kuvaavat frekvenssikäyrät ovat kuvissa 5a-5c. Jakauma on vino. Aineistossa oli seuraavat määrät analyysituloksia, joiden tulos oli 0 kpl/100 ml: TC 12,7 % (2 537 kpl), FC 26,5 % (4 902 kpl) ja FS 25,8 % (25 433 kpl). Nämä ovat mukana kunkin kuvan ensimmäisessä



mäisessä pylväässä. Tarkasteltaessa regressiosuorien korrelaatioita vuosi-arvojen kanssa sopivat ne, otettaessa huomioon kaikki eri resipienttialueet parhaiten yhteen mediaaniarvojen kanssa. Tutkimusjakson indikaattoribakteeripitoisuuksien kehitystä haluttiin kuvata mahdollisimman yksinkertaisesti. Jakauman luonne ei kuitenkaan puolla keskiarvojen käyttöä, mediaanien voidaan katsoa esittävän paremmin aineiston kuvaaman tilanteen keskimääräistä kehitystä. Vaikka ns. korjatut keskiarvot antanevat varsinaisia keskiarvoja paremman kuvan vuosittaisesta tilanteesta ei niitä eikä yläkvartiileja käytetty tulosten kuvauksessa ja tarkastelussa. Tulokset ja niiden tarkastelu on suoritettu käyttäen vuosittaisia mediaaneja.

Tilastollisten muuttujien lisäksi laskettiin kuinka hyvin valitut vesistökuormittajat selittivät indikaattoribakteeritiheyden muutokset. Koska asianomaisten laskujen suorittaminen on automaattisella tietojenkäsittelyllä varsin nopeata määritettiin kaikkien selittäjien korrelaatiot kaikkien indikaattoribakteerien kaikkien tilastollisten muuttujien suhteen kaikilla resipienttialueilla. Lopulliseen tarkasteluun valittiin selittäjiksi kuitenkin vain:

- puhdistamoihin liitettyjen asukkaiden %-osuus kaikista (ASP%) kuvaamaan yhdyskuntien vesihuoltotoimenpiteiden edistymistä,
- massa- ja paperiteollisuuden jätevesimäärän (MKAMP) kehittyminen kuvaamaan teollisuuden vesihuollon kehittymistä ja
- nautaeläinten (NAU) määrä kuvaamaan hajakuormituksen kehittymistä.

Vaikka vedenlaaturekisterin aineisto jouduttiin rajaamaan vain sisävesistöihin, ei selittäjien osalta vastaavaa tehty. Joidenkin selittäjien osalta jako oli mahdoton tehdä ja jätettiin siten tekemättä kaikkien osalta.

Yhdyskuntien vesihuoltotoimenpiteiden kehityksen kuvaajaksi valittiin jätevesien käsittelyn piiriin joutuneiden asukkaiden %-osuus koska jätevesien käsittely vaikuttanee viemäröintiä enemmän bakteeripitoisuuteen. Koska ulosteperäisen saastutuksen indikaattorina pidetään ensisijaisesti FC:a, tarkasteltiin näiden kahden tekijän korrelaatiota.

Teollisuuden vesihuollon kuvaajaksi valittiin nimenomaan massa- ja paperiteollisuuden jätevesimäärän kehittyminen, koska se muodostaa suurimman osan teollisuuden jätevesistä ja koska näiden jätevesien on todettu sisältävän rutiinimäärityksissä koliformisiksi bakteereiksi luokiteltuja bakteereita. Joskin nämä määritykset ovat osoittautuneet virheellisiksi nimenomaan FC:n osalta, kuten johdantokappaleessa jo on esitetty, valittiin massa- ja paperiteollisuuden jätevesien korrelaatiopariksi kuitenkin TC. Tämä tehtiin koska myös TC:n rutiinimäärityksissä on havaittu vastaavanlaisia virheellisyyksiä ja kullekin resipienttialueella haluttiin oma bakteerikuvaaja.

Hajakuormitusalueilla FS:n suhteellinen osuus bakteerikuormituksesta on suurempi kuin muilla osa-alueilla. Siksi se valittiin korrelaatiopariksi nautaeläinten määrän kehittymisen kanssa, vaikka aiemmissa selvityksissä on ao. määrän kehittymisen ja FC pitoisuuksien todettu korreloivan (Smith et al. 1987).

Tutkimuksessa otettiin siten kullekin osa-alueelle oma bakteerikuvaaja, vaikka kirjallisuudessa onkin usein esitetty kaikkien

tutkimukseen valittujen selittäjien korreloivan nimenomaan FC:n kanssa.

Aineiston jakaantuminen suomalaisen vedenlaatuluokitusehdotuksen yleisluokituksen eri laatuluokkiin mikrobiologisin perustein määritettiin myös. Nämä laskelmat tehtiin vuosien 1970, 1975, 1980 ja 1984 aineistoista. Frekvenssit määritettiin kahdella eri tavalla:

- em. vuosien koko aineistosta, jolloin kaikki vesistöalueet joilta oli otettu näytteitä otettiin mukaan ja
- vain sellaisten vesistöalueiden, joista oli määritetty sekä FC että FS, aineistosta.

Aineistoa haluttiin myös käyttää selvittämään näyttikö se mitään eroja FC:FS suhteissa tutkimuksessa käytetyssä resipienttiluokituksessa. Tämän tarkastelun kohteeksi otettiin vuosien 1975-1984 aineisto.

### 3 TULOKSET

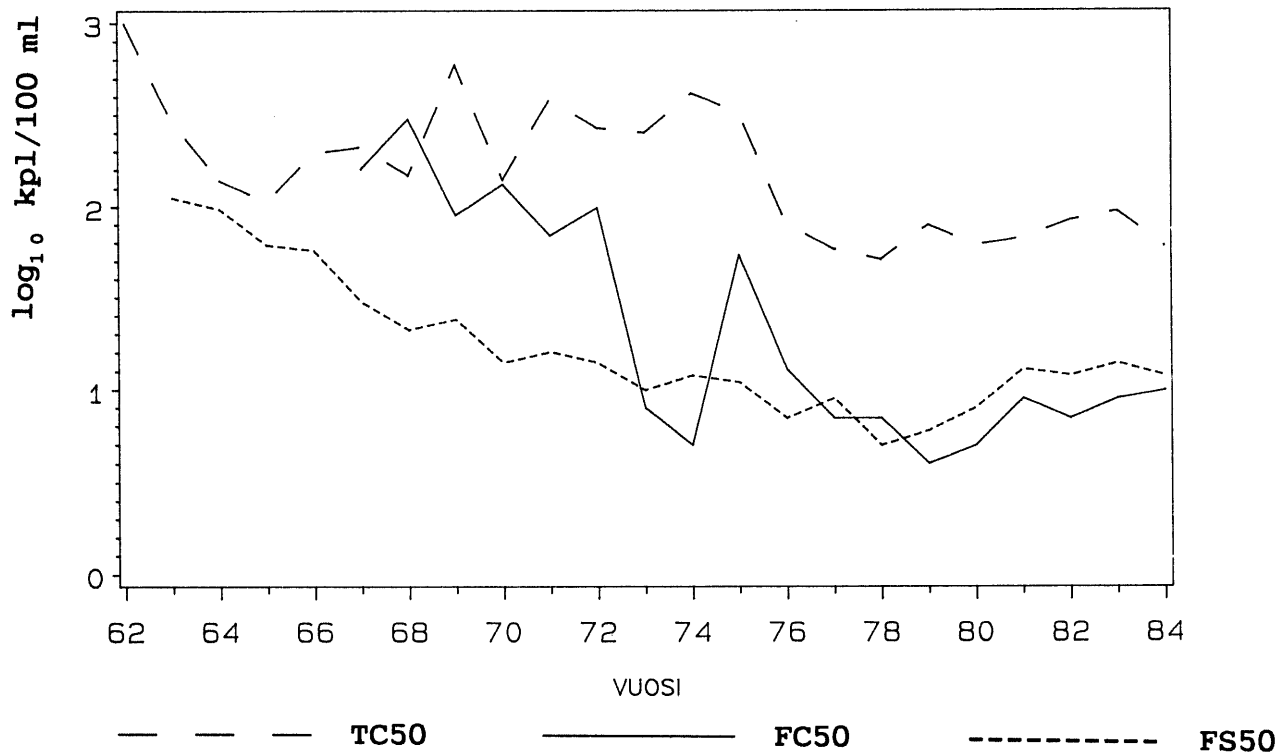
Vedenlaaturekisterin indikaattoribakteeriaineistosta määritetyt vuosittaiset tilastolliset tunnusluvut - keskiarvot, mediaanit, yläkvartiilit - ja erikseen lasketut ns. korjatut keskiarvot on esitetty liitteessä 10. Kunkin bakteeri-alue-tunnusluku yhdistelmän regressiosuorat ovat korrelaatiokertoimiseen liitteessä 11.

Aineiston eri indikaattoribakteerien vuosittaiset mediaaniarvot alueittain on koottu taulukkoon 11. Koko aineiston vuosittaiset TC, FC ja FS mediaaniarvot ovat kuvassa 6, vastaavat regressiosuorat kuvassa 7.

Koko aineiston osalta voidaan nähdä, että ainakin vedenlaaturekisterissä olevien tulosten perusteella on vesistöjen hygieeninen tila selvästi parantunut. Tarkasteluajanjakson alkupuolen jyrkkienkin vaihteluiden jälkeen on tilanne molempien koliformisten bakteerien perusteella määritettynä tasaantunut merkittävästi 70-luvun puolivälissä. TC:lla mediaanitaso on 1960-luvulla ollut n. 250 kpl/100 ml, 1970-luvun puolivälin jälkeen n. 70 kpl/100 ml. FC:n mediaanitaso on 1960-1970 -lukujen vaihteessa ollut n. 150 kpl/100 ml, viimeisinä tarkasteluvuosina <10 kpl/100 ml. Tason lasku on FC:lla ollut selvästi suurempi kuin TC:lla. 1960-luvun loppupuolella on TC:n ja FC:n mediaanien suhde ollut n. 1,5 kun se 1980-luvulla on n. 10. Fekaalisten streptokokkien osalta on tilanteen kehittyminen ollut tasaisempaa. Analyysijä on tosin tehty aivan paria ensimmäistä vuotta lukuunottamatta enemmän kuin muilla bakteereilla, joka saattaa osittain selittää tämän. Jakson ensimmäisten vuosien selvästi korkeampien pitoisuuksien vuoksi regressiosuorakin on laskeva, tosin loivempi kuin koliformisilla bakteereilla. 1970-luvun puolivälin jälkeen FC:n mediaanitaso laskee hieman FS:n vastaavan alapuolelle. FS:n mediaanitaso on 1960-luvulla ollut n. 60 kpl/100 ml, 1970-luvun puolivälin jälkeen n. 10 kpl/100 ml.

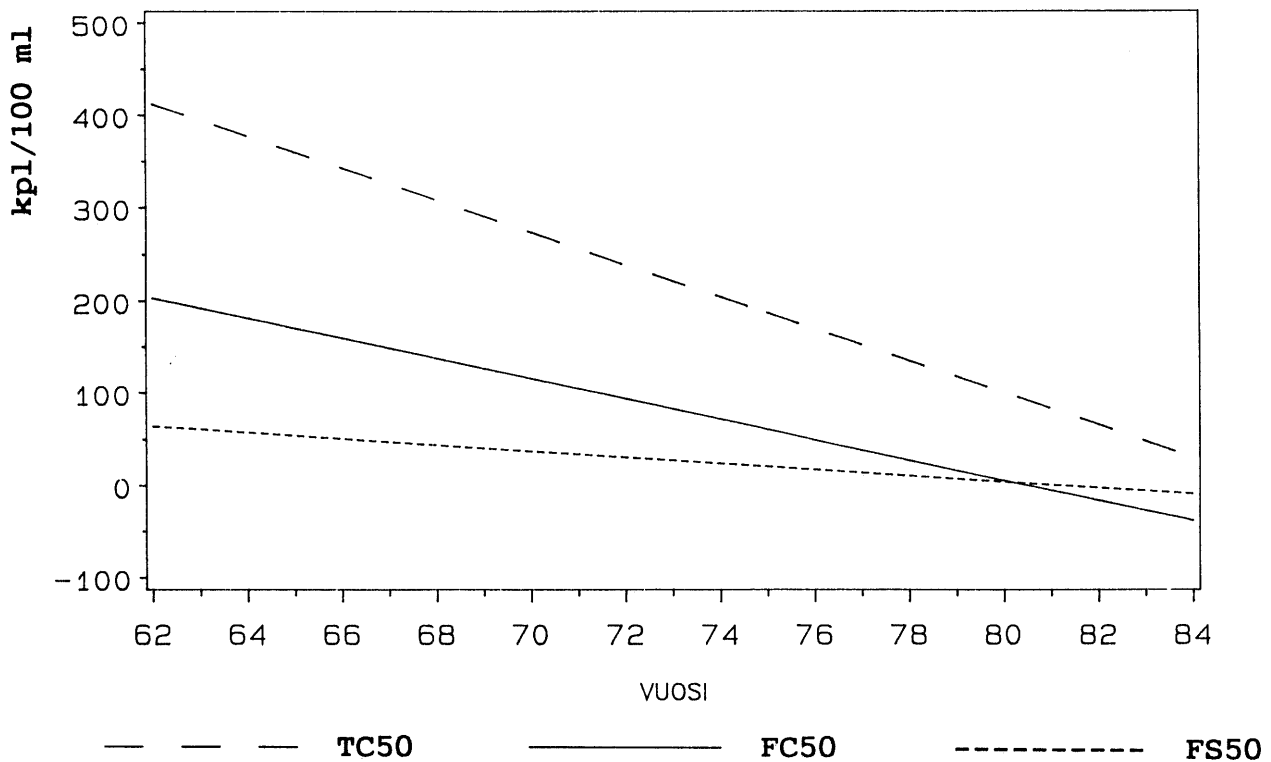
Kuva 6

## KOKO AINEISTON MEDIAANIT



Kuva 7

## MEDIAANIEN REGRESSIOSUORAT KOKO AINEISTOLLA



Taulukko 11. Tutkimusaineiston vuosittaiset mediaaniarvot  
kpl / 100 ml

Vuosi	Asumajätevesialue			Teollisuusjätevesialue		
	TC	FC	FS	TC	FC	FS
1962	1530	.	.	985	.	.
1963	305	.	128	312	.	99
1964	99	.	82	198	.	108
1965	70	.	47	194	.	88
1966	245	.	78	252	.	68
1967	455	218	32	330	175	44
1968	412	375	33	200	300	25
1969	1470	56	39	460	125	27
1970	210	160	9	295	120	26
1971	780	710	20	555	75	24
1972	108	600	10	470	79	24
1973	193	88	7	645	6	17
1974	890	13	11	677	3	18
1975	252	400	9	496	49	15
1976	17	40	6	184	19	9
1977	16	51	8	184	10	12
1978	20	10	7	80	52	10
1979	24	4	7	348	13	9
1980	20	18	10	198	5	12
1981	17	16	15	975	19	20
1982	21	14	16	723	18	20
1983	23	21	20	686	20	20
1984	21	19	15	328	25	20
	Hajakuormitusalue			Kaikki alueet		
	TC	FC	FS	TC	FC	FS
1962	425	.	.	972	.	.
1963	100	.	140	281	.	122
1964	50	.	12	149	.	97
1965	24	.	11	107	.	61
1966	26	.	10	195	.	57
1967	2	40	2	211	160	30
1968	9	84	2	148	300	21
1969	27	0	5	592	90	24
1970	10	130	5	40	133	14
1971	63	52	3	386	69	16
1972	220	2	4	267	99	14
1973	47	4	3	251	8	10
1974	70	1	2	415	5	12
1975	72	0	2	325	57	11
1976	60	1	4	80	13	7
1977	40	0	3	58	7	9
1978	75	1	1	51	7	5
1979	22	2	1	79	4	6
1980	24	2	1	61	5	8
1981	16	3	2	67	9	13
1982	19	2	2	84	7	12
1983	20	2	3	95	9	14
1984	21	2	3	60	10	12

Aineistolle suoritettun aluejaon onnistumista selvitettiin määrittämällä FC:FS resipienttialue aineistoille. Koska FC analyysituloksia on aineistossa vasta vuodesta 1967 alkaen eikä alkuvuosilta ole käytettävissä kovinkaan paljon FC:FS tuloksia samoista näytteistä, käytettiin tähän tarkasteluun vain vuosien 1975-1984 aineistoa. Tulokset on esitetty taulukossa 12. Koska suhdeluku on nimenomaan samoista näytteistä määritettyjen FC ja FS tulosten suhde on tulokset esitetty vuosittaisina keskiarvoina.

**Taulukko 12.** Eri alueiden FC:FS vuosikeskiarvot ajalta 1975-1984

Vuosi	Asuma	Teollisuus	Haja	Kaikki
1975	6,154	8,232	2,531	7,411
1976	3,144	13,604	1,210	9,647
1977	4,415	3,378	2,717	3,645
1978	5,393	5,250	5,085	5,289
1979	4,161	3,152	5,747	4,189
1980	4,073	8,077	2,892	5,747
1981	4,847	8,825	3,997	6,548
1982	6,889	6,012	3,931	5,783
1983	8,252	7,217	4,587	6,754
1984	5,262	7,784	2,234	5,561

Suhdelukujen perusteella ei kovin selvää jakoa eri alueiden kesken voi nähdä. Aiemmin esitetyt arvot: asumajätevesialueilla FC:FS >4,0 ja hajakuormitusalueilla <0,7 toteutuvat tälle aineistolle suoritettun vesistöaluejaon perusteella vain osittain. Asumajätevesialueiden ja teollisuusjätevesialueiden, jotka siis myös ovat asumajätevesien resipienttivesistöjä, FC:FS on suurempi kuin hajakuormitusalueilla ja 1980-luvulla >4,0. Hajakuormitusalueilla vuosikeskiarvot ovat 1980-luvulla yhtä poikkeusta lukuunottamatta olleet <4,0.

Tutkimuksessa käytetty vesistöaluejakohan suoritettiin vuoden 1984 tilanteen perusteella. Voidaan olettaa, että mitä kauemmas taaksepäin ajallisesti mennään, sitä enemmän tilanne poikkeaa määrittelyvuoden vastaavasta. Viemäröinnit ja puhdistamojen rakentaminen ovat todellisuudessa siirtäneet vesistöalueita ryhmästä toiseen tutkimuksen aikavälillä. Koko ajan ovat resipienttialueiden ominaisuudet lisäksi menneet päällekkäin. Yhdyskuntien jätevedenpuhdistamoissakäsittelään teollisuusjätevesiä, teollisuusjätevesialueet vastaanottavat myös asumajätevesiä ja kaikkialla harjoitetaan karjanhoitoa. Hajakuormitusalueille johdetaan jätevesiä, tosin yksittäiset kuormittajat ovat niin pieniä, että ne eivät ole joutuneet viranomaisilastoihin.

Edellä esitetyistä rajoituksista huolimatta ja koska aineisto kuitenkin noudattaa melko hyvin raja-arvoa 4,0 on sitä tarkasteltu myös resipienttialueittain. Tämä tarkasteluhan on myös tarpeen tavoitteena olleen hajakuormituksen osuuden selvittämiseksi.

Asumajätevesialueen vuosittaiset TC, FC ja FS mediaaniarvot ovat kuvassa 8, vastaavat regressiosuorat kuvassa 9. Asumajätevesialueiden aineistossa näkyy sama koliformisten bakteerien tason selvä lasku ja tasaantuminen 1970-luvun puolivälissä kuin koko

aineistossakin. FC:lla sen voi sanoa alkavan vähän aikaisemmin kuin TC:lla, varsinkin jos vuoden 1975 arvo katsotaan poikkeukseksi. Asumajätevesialueilla TC:n lähtötaso on ollut koko aineiston vastaavaa korkeammalla, mutta jakson lopulla tilanne on ollut tätä parempi. TC:n mediaanitaso laskee 1960-luvun keskimääräisestä ja varsin vaihtelevasta arvosta n. 500 kpl/100 ml 1970-luvun puolivälin jälkeen n. 20 kpl/100 ml. FC pitoisuuksien lähtötaso on samaten ollut näillä alueilla korkeampi, ja sellaisena se on pysynyt jakson lopussakin. FS:n osalta ei asumajätevesialueilla ole mainittavia eroja verrattuna koko aineistoon. Sama mediaaniarvojen kaksinkertaistuminen on havaittavissa kuin koko aineistossakin 1970-luvun loppupuolelta 1980-luvulle tultaessa.

**Teollisuusjätevesialueiden** vuosittaiset TC, FC ja FS mediaaniarvot ovat kuvassa 10, vastaavat regressiosuorat kuvassa 11. Näillä alueilla on ainoa poikkeus muuten laskeviin trendeihin, TC:n regressiosuora on nouseva. 1960-luvulla mediaanitaso on keskimäärin 350 kpl/100 ml, 1970-luvun puolivälin jälkeen 400 kpl/100 ml ja 1980-luvulla jopa lähes 600 kpl/100 ml. TC:n vuosittaiset mediaaniarvot vaihtelevat muutenkin tällä alueella selvästi muista poikkeavasti. FC:n mediaaniarvot eivät myöskään tasaannu aivan samalla tavalla kuin koko aineistossa tai asumajätevesialueilla. Vaikka mediaaniarvoissa on selvä minimi ennen 1970-luvun puoliväliä on trendi selvästi laskeva jakson alun tasosta n. 150 kpl/100 ml jakson lopun tasolle n. 20 kpl/100 ml. FS:n osalta on tälläkin resipienttialueella havaittavissa alhaisimmat arvot 1970-luvun jälkipuoliskolla. Laskeva trendi mediaaneissa on kuitenkin selvä, 1960-luvulla n. 70 kpl/100 ml, 1980-luvulla n. 20 kpl/100 ml.

Teollisuusjätevesialueet eroavat muista eniten TC:n osalta, joiden mediaanitaso jakson loppupuolella on monikymmenkertainen muihin resipienttiryhmittelyn alueisiin verrattuna ja jopa koko aineistoon nähden lähes kymmenkertainen.

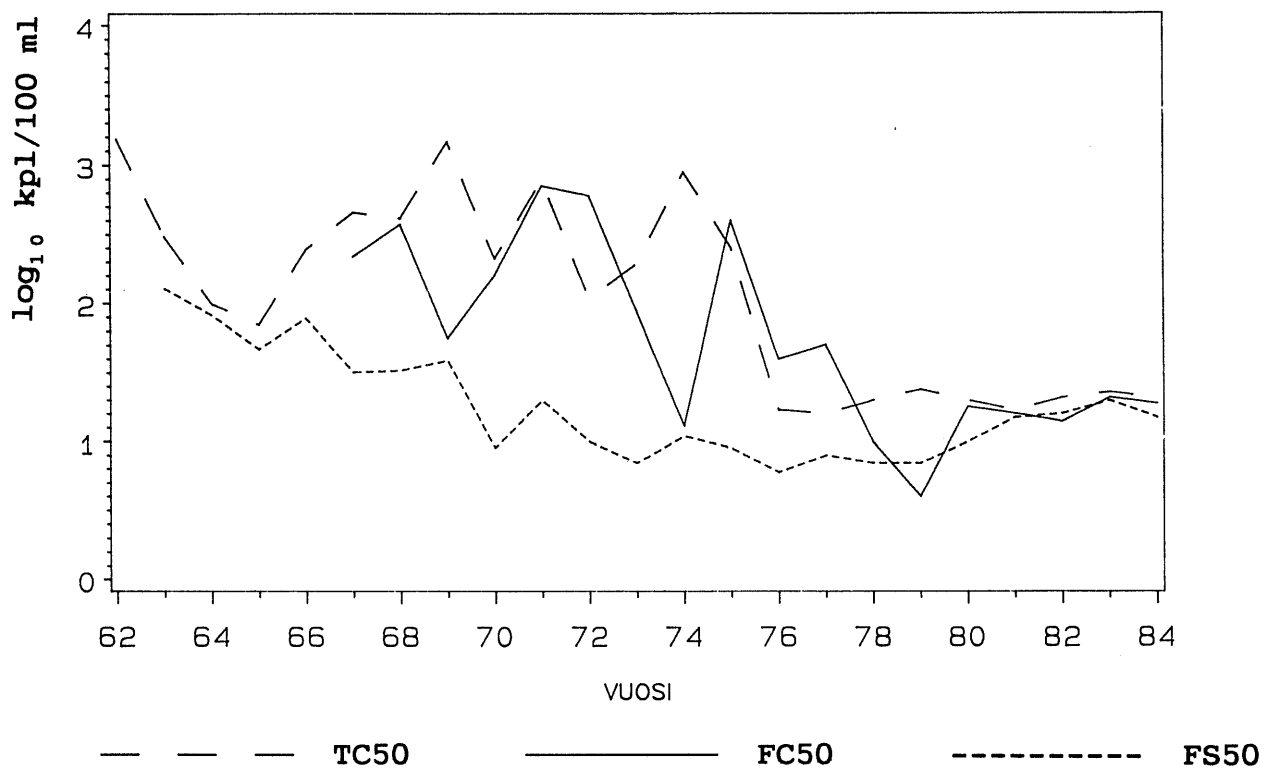
**Hajakuormitusalueiden** vuosittaiset TC, FC ja FS mediaaniarvot ovat kuvassa 12, vastaavat regressiosuorat kuvassa 13. Näillä alueilla mediaanitaso kaikkien indikaattoribakteerien kohdalla on selvästi pienempi kuin asuma- tai teollisuusjätevesialueilla. TC:n osalta tason lasku ja tasaantuminen tapahtuu vasta aivan 1970-luvun lopulla. Tarkasteltaessa vastaavia ajanjaksoja kuin muilla alueilla ei TC:n mediaanitaso laske juurikaan, varsinkin jos vuosi 1962 jätetään huomioonottamatta. Näin tehtäessä on mediaanitaso 1960-luvulla ja 1970-luvun puolivälin jälkeen sama, n. 35 kpl/100 ml. Vasta 1980-luvulla se laskee tasolle 20 kpl/100 ml. FC:n mediaanitaso laskee hajakuormitusalueilla alle 5 kpl/100 ml jo 1970-luvun alkuvuosina. FS:n mediaanitaso on vuotta 1963 lukuunottamatta ollut varsin alhainen, ja jo 1960-luvun loppupuolelta alkaen <5 kpl/100 ml.

Jotta alueiden välinen vertailu eri bakteerien osalta olisi helpompi nähdä on em. käyrät ja regressiosuorat esitetty bakteereittain kuvissa 14-19.

TC:n osalta eivät vuosittaiset mediaaniarvot asuma- ja teollisuusjätevesialueilla eroa merkittävästi toisistaan 1960-luvulla. Vuoden 1962 mediaaniarvojen suuren eron vuoksi on regressiosuorissa kuitenkin selvä ero. 1980-luvulla taas asumajätevesi- ja hajakuormitusalueiden pitoisuudet ovat samalla mediaanitasolla, kun teollisuusjätevesialueilla pitoisuudet ovat näihin verrattuna monikymmenkertaiset.

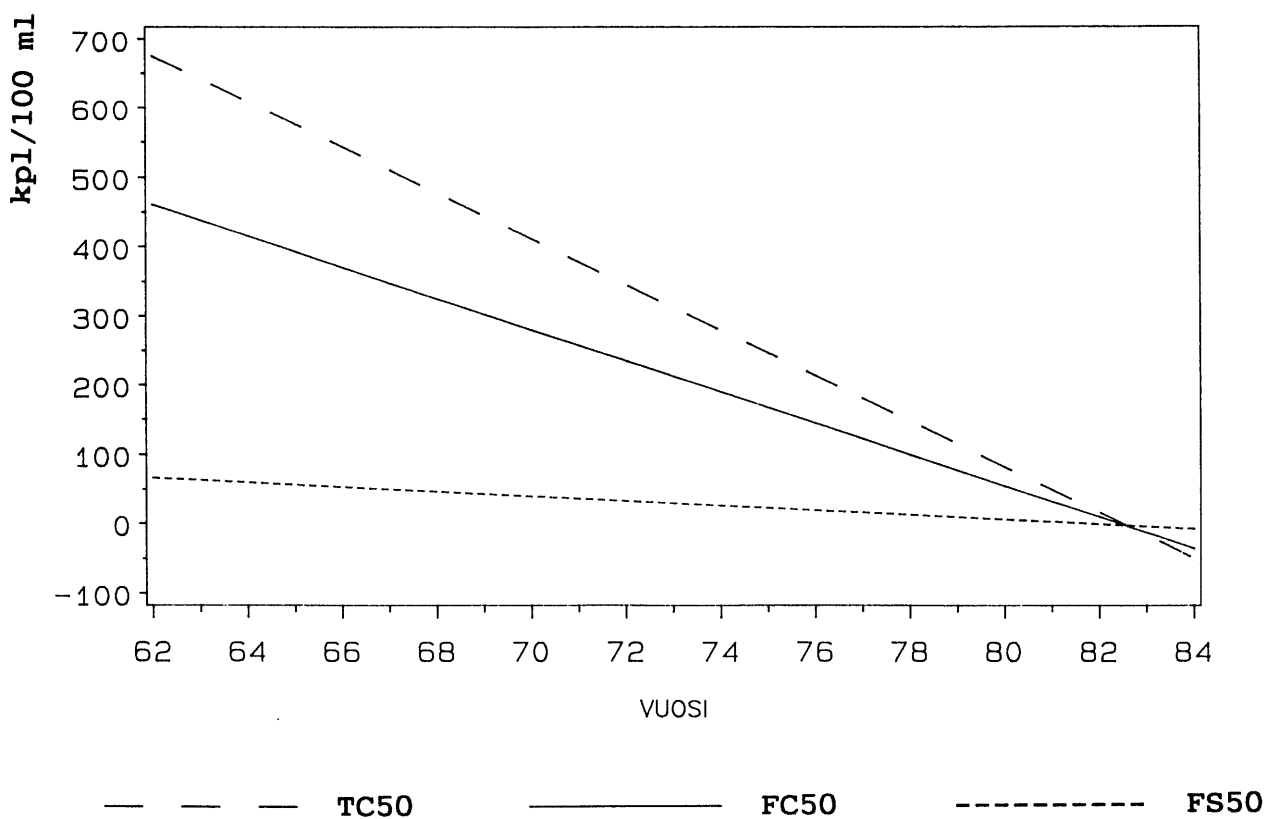


Kuva 8 ASUMAJÄTEVESIALUEIDEN MEDIAANIT



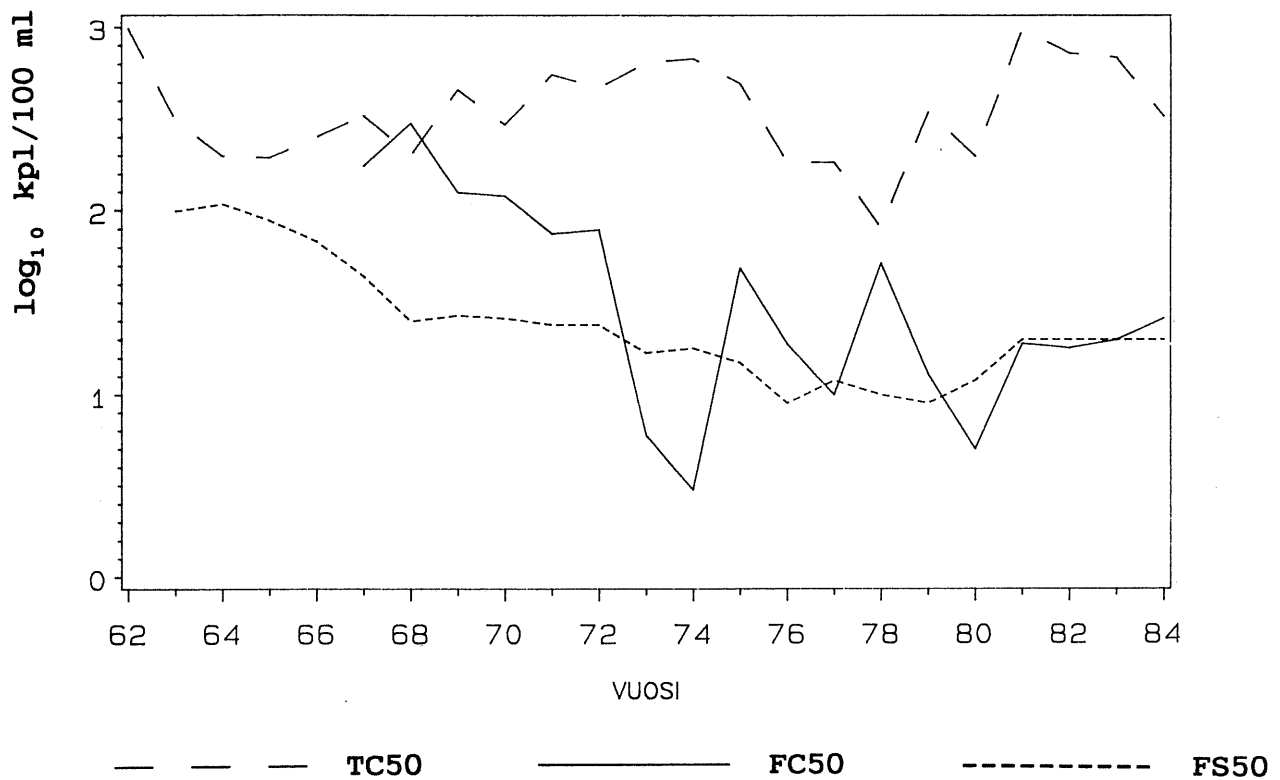
Kuva 9

MEDIAANIN REGRESSIOSUORAT ASUMAJÄTEVESIALUEILLA



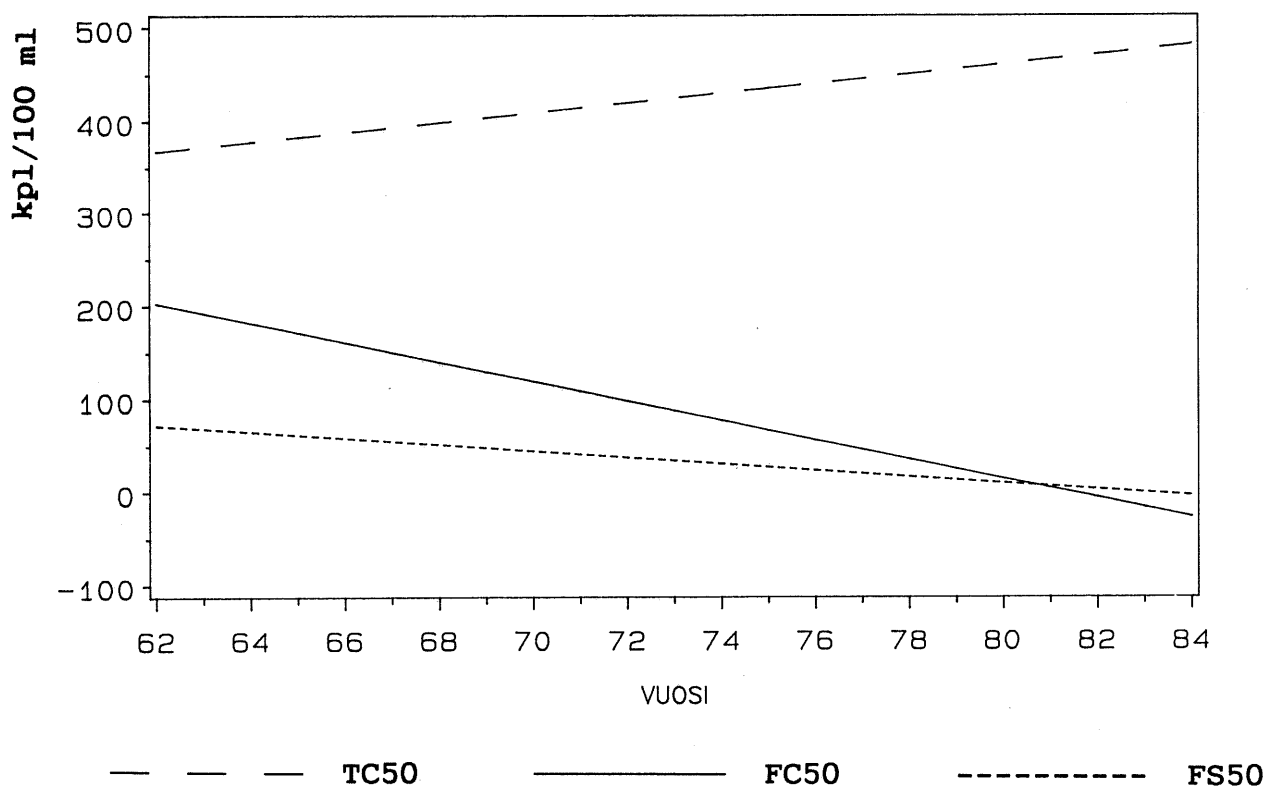
## TEOLLISUUSJÄTEVESIALUEIDEN MEDIAANIT

Kuva 10



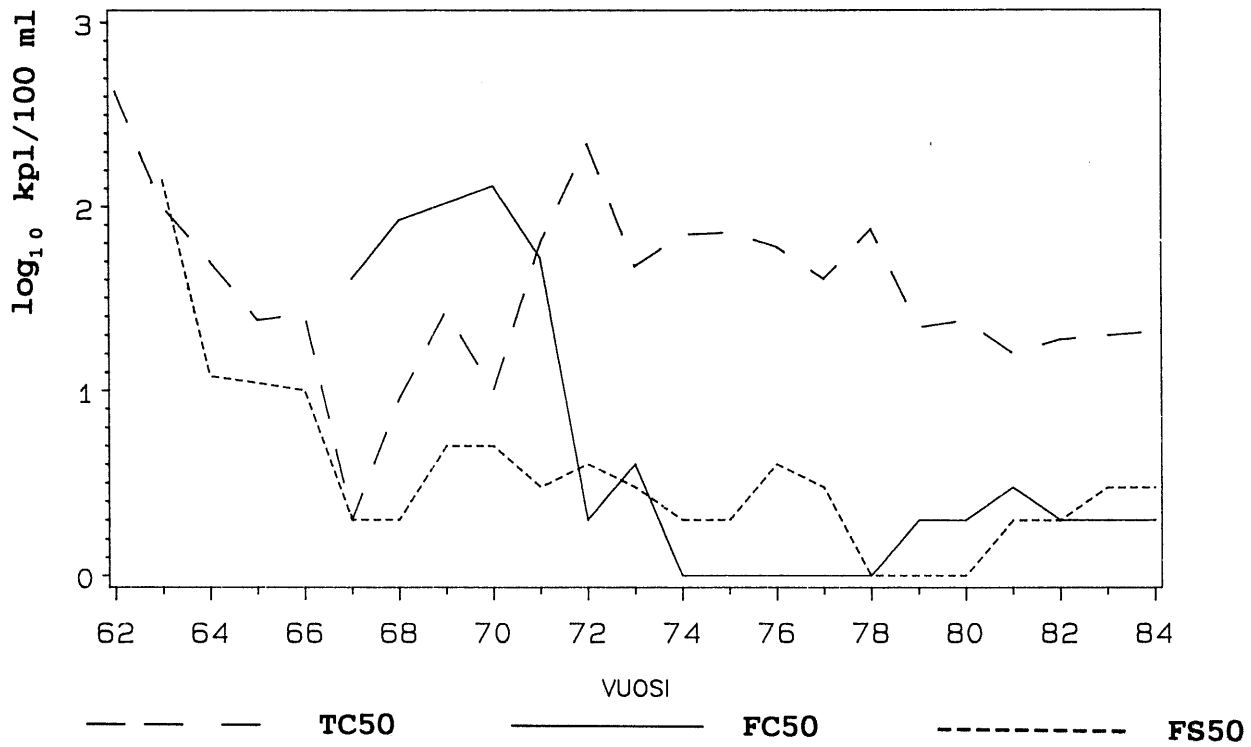
## MEDIAANIEN REGRESSIOSUORAT TEOLLISUUSJÄTEVESIALUEILLA

Kuva 11



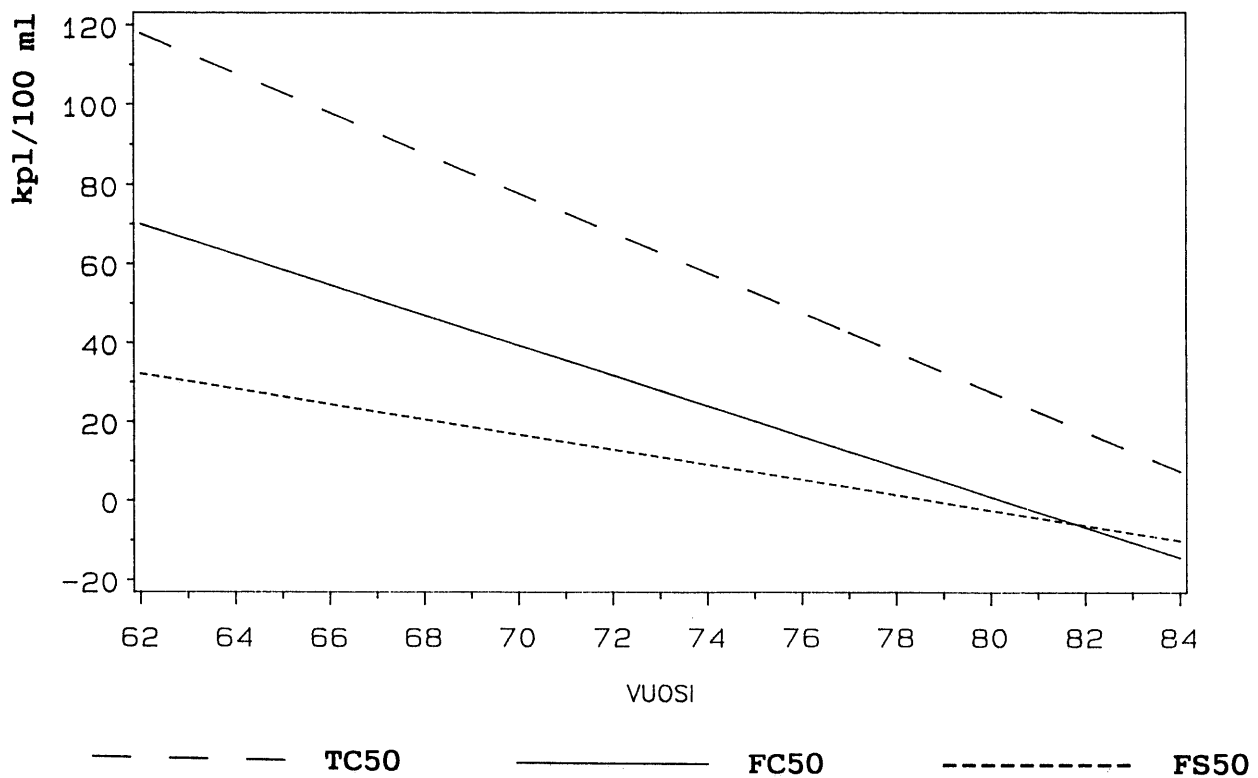
## HAJAKUORMITUSALUEIDEN MEDIAANIT

Kuva 12



## MEDIAANIEN REGRESSIOSUORAT HAJAKUORMITUSALUEILLA

Kuva 13



FC:n mediaanitaso on jakson alussa ollut asumajätevesialueilla selvästi suurempi kuin teollisuusjätevesialueilla, jakson lopussa arvot eivät juurikaan poikkea toisistaan. Hajakuormitusalueella FC-taso on kymmenesosa siitä mikä se on muilla alueilla.

FS:n mediaanikäyrien kulku on tasaisempaa kuin TC:lla tai FC:lla. 70-luvun alusta alkaen eri alueiden mediaanikäyrät eivät leikkaa toisiaan, kullakin alueella on oma selvä mediaanitasonsa, jotka tosin ovat melko lähekkäiset.

Vedenlaatuoluokitustarkastelun tulokset vuosien 1970, 1975, 1980 ja 1984 aineistoista on esitetty taulukossa 13.

**Taulukko 13.** Vedenlaaturekisterin aineiston jakautuminen veden laatuoluokkiin yleisluokituksen mikrobiologisin perustein (ao. vuoden koko aineisto) %

Vuosi Bakt.	Luokka 1	Luokka 2	Luokka 3	Luokka 4	Luokka 5	N
1970						
FC	28,33	9,17	6,67	42,40	13,33	120
FS	43,86	21,21	9,10	18,57	7,26	2230
1975						
FC	36,64	9,42	6,68	22,26	25,00	584
FS	46,78	22,24	8,05	17,25	5,69	6349
1980						
FC	55,69	15,72	6,43	14,48	7,67	1291
FS	51,42	18,82	7,26	17,48	5,02	7353
1984						
FC	48,33	16,76	6,41	17,97	10,53	3712
FS	46,41	19,67	9,10	19,20	5,62	6223

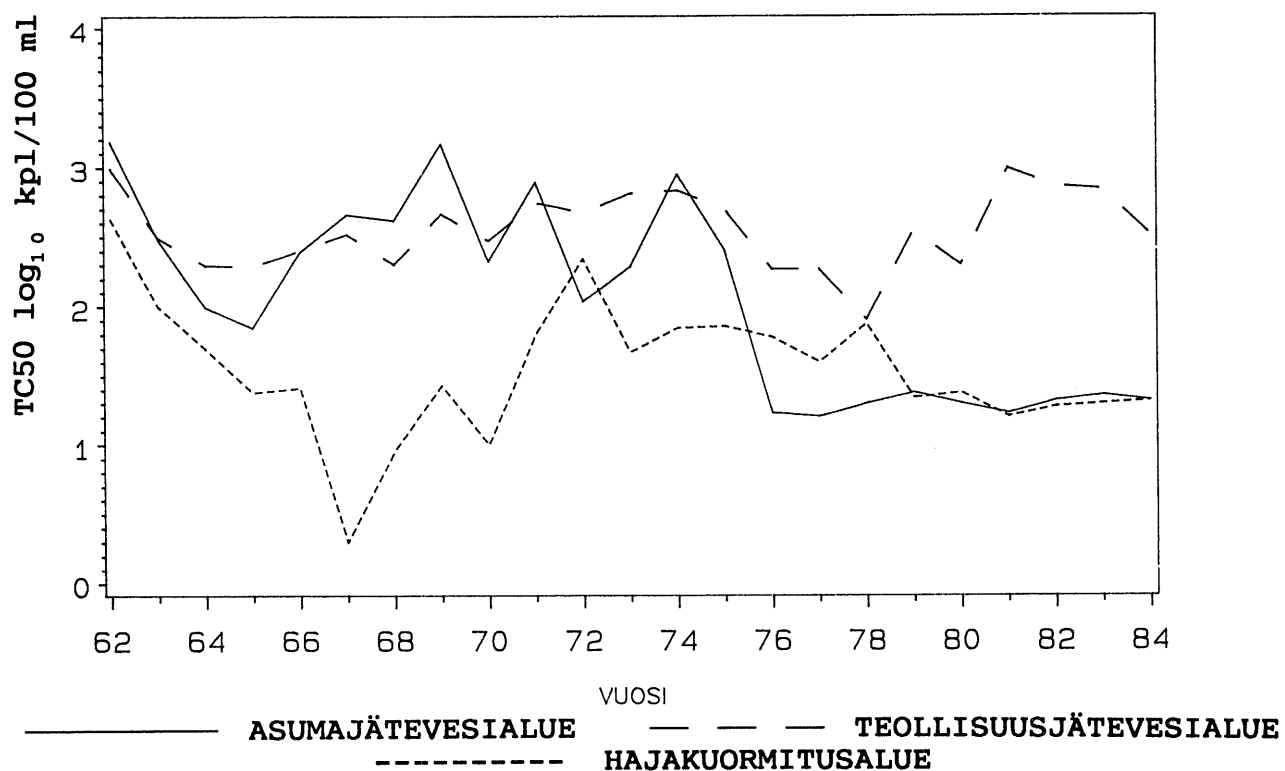
Vastaava tarkastelu tehtiin myös käsittäen vain sellaiset vesistöalueet, joilta oli tehty sekä FC että FS määrittelyksiä. Nämä tulokset on esitetty taulukossa 14.

**Taulukko 14.** Vedenlaaturekisterin aineiston jakautuminen veden laatuoluokkiin yleisluokituksen mikrobiologisin perustein (FC ja FS samoilta vesistöalueilta) %

Vuosi Bakt.	Luokka 1	Luokka 2	Luokka 3	Luokka 4	Luokka 5	N
1970						
FC	28,33	9,17	6,67	42,50	13,33	120
FS	38,83	21,20	11,60	20,20	8,17	698
1975						
FC	36,64	9,42	6,68	22,26	25,00	584
FS	46,15	21,58	8,28	18,29	5,70	3985
1980						
FC	55,48	15,65	6,49	14,63	7,75	1278
FS	53,76	18,04	6,51	16,50	5,19	5564
1984						
FC	48,12	16,77	6,45	18,07	10,59	3691
FS	46,93	19,52	8,98	18,84	5,73	5866

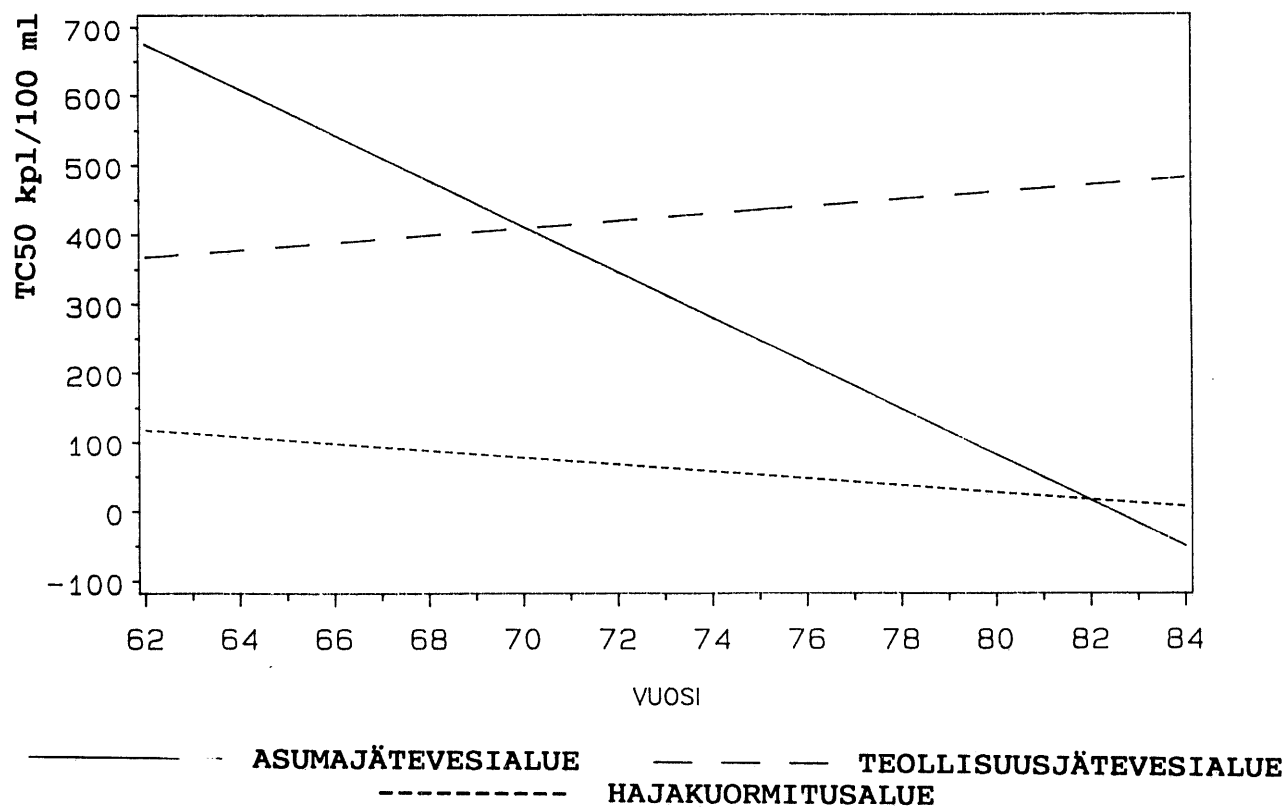
## TC MEDIAANIT ERI ALUEILLA

Kuva 14



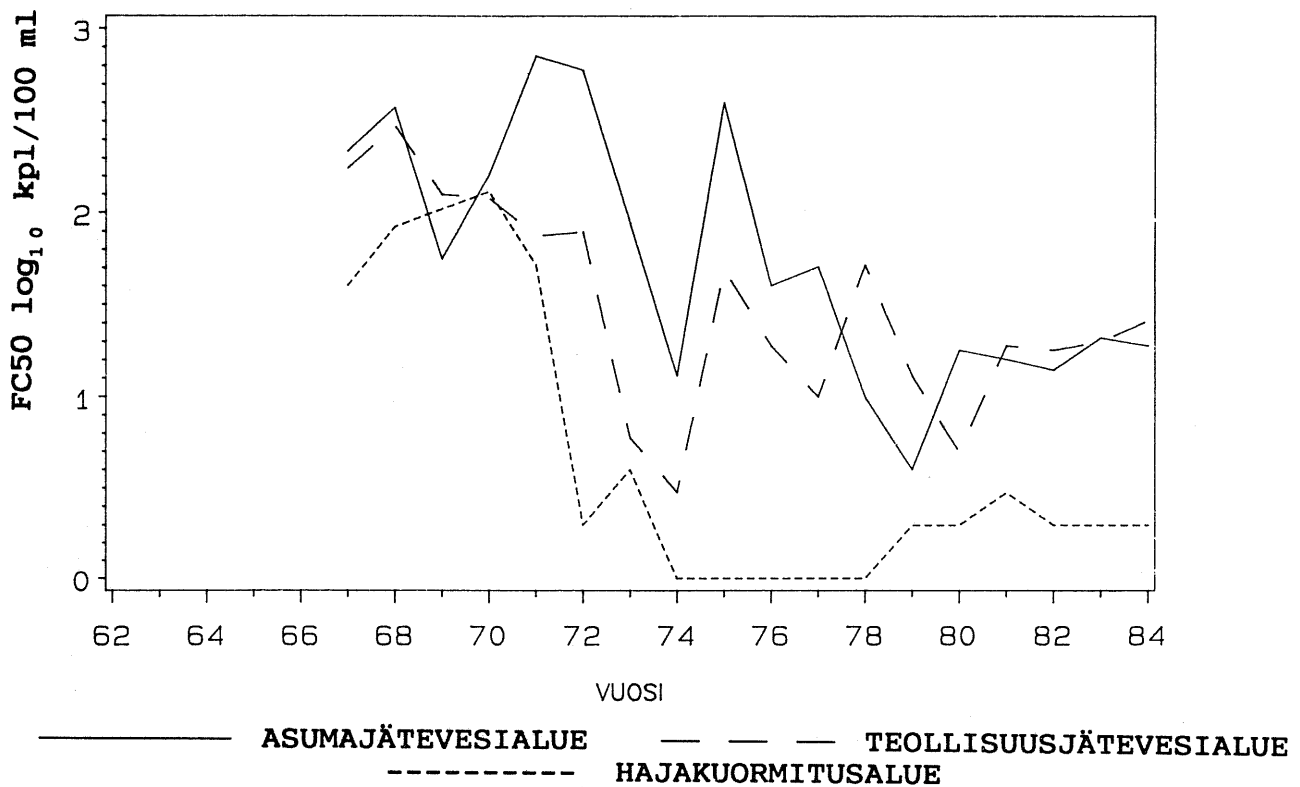
## TC MEDIAANIEN REGRESSIOSUORAT ERI ALUEILLA

Kuva 15



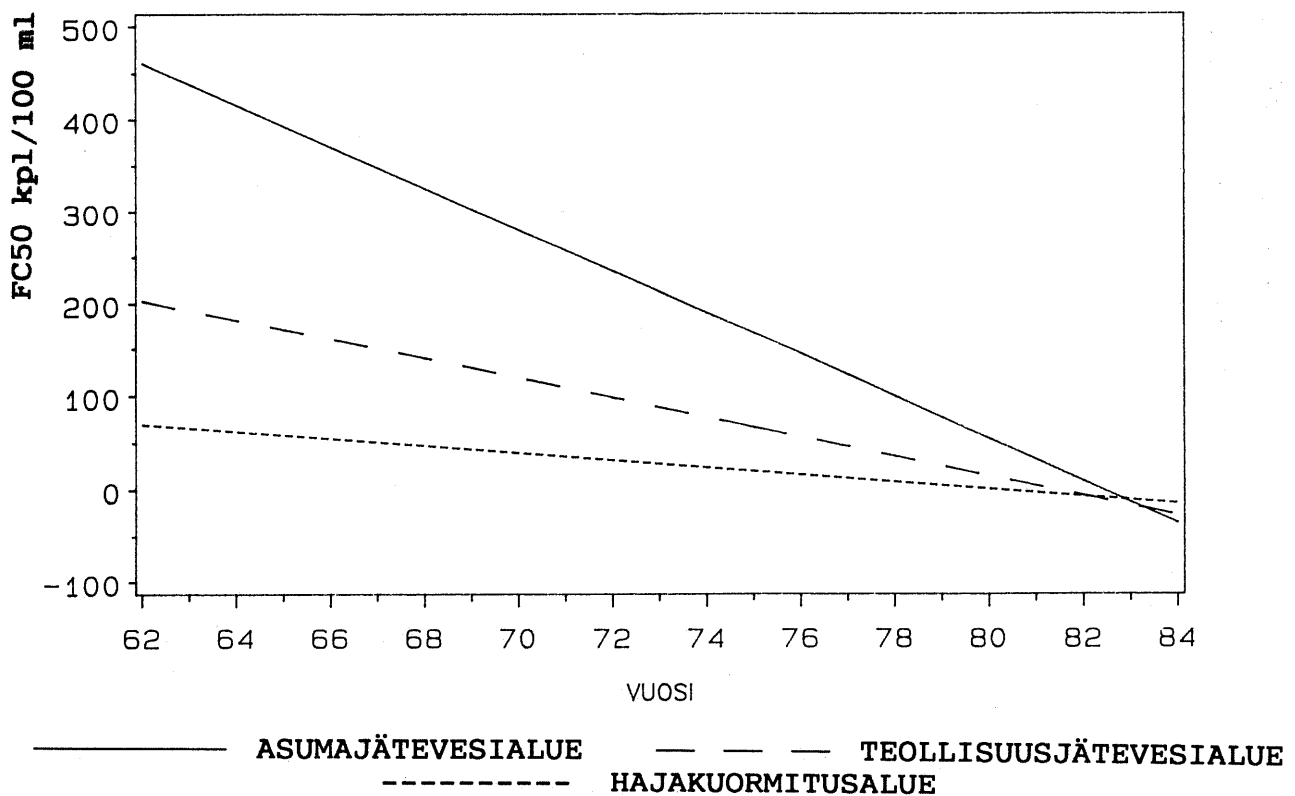
## FC MEDIAANIT ERI ALUEILLA

Kuva 16



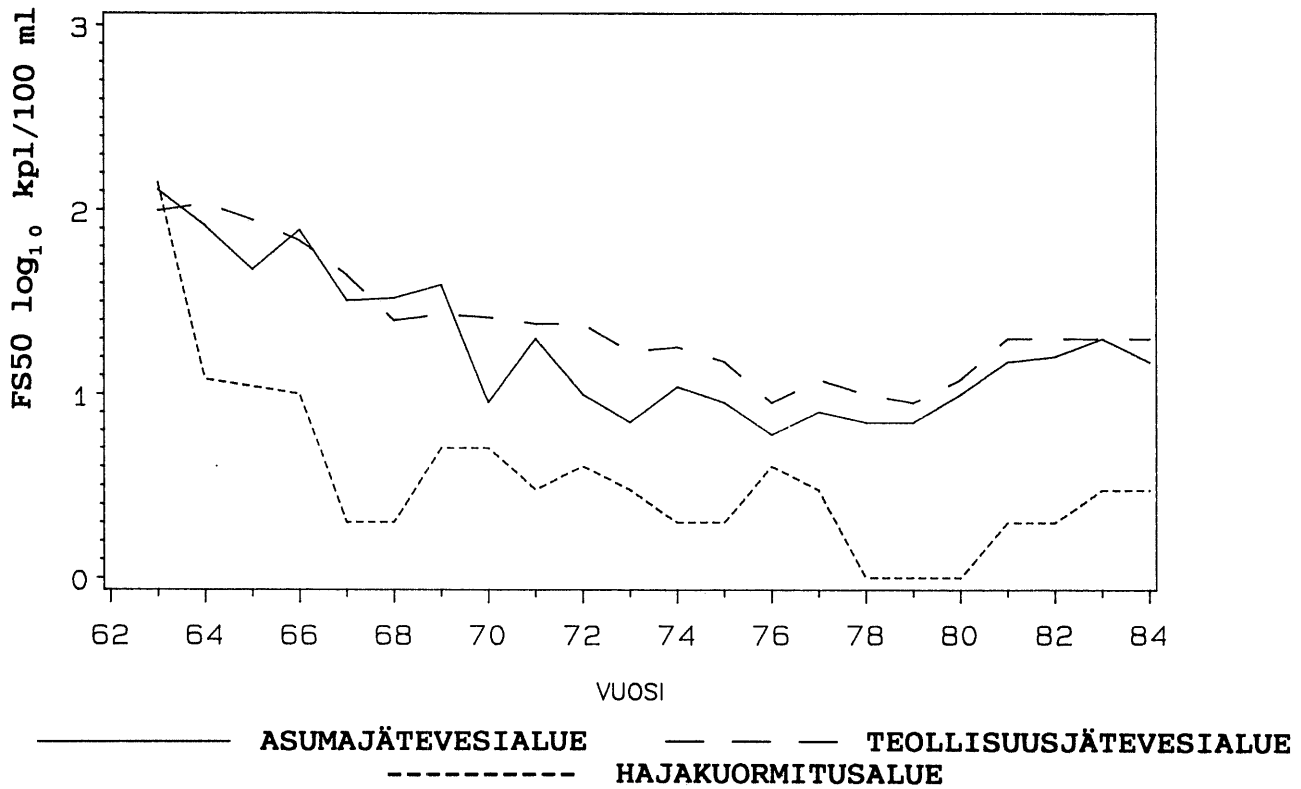
## FC MEDIAANIEN REGRESSIOSUORAT ERI ALUEILLA

Kuva 17



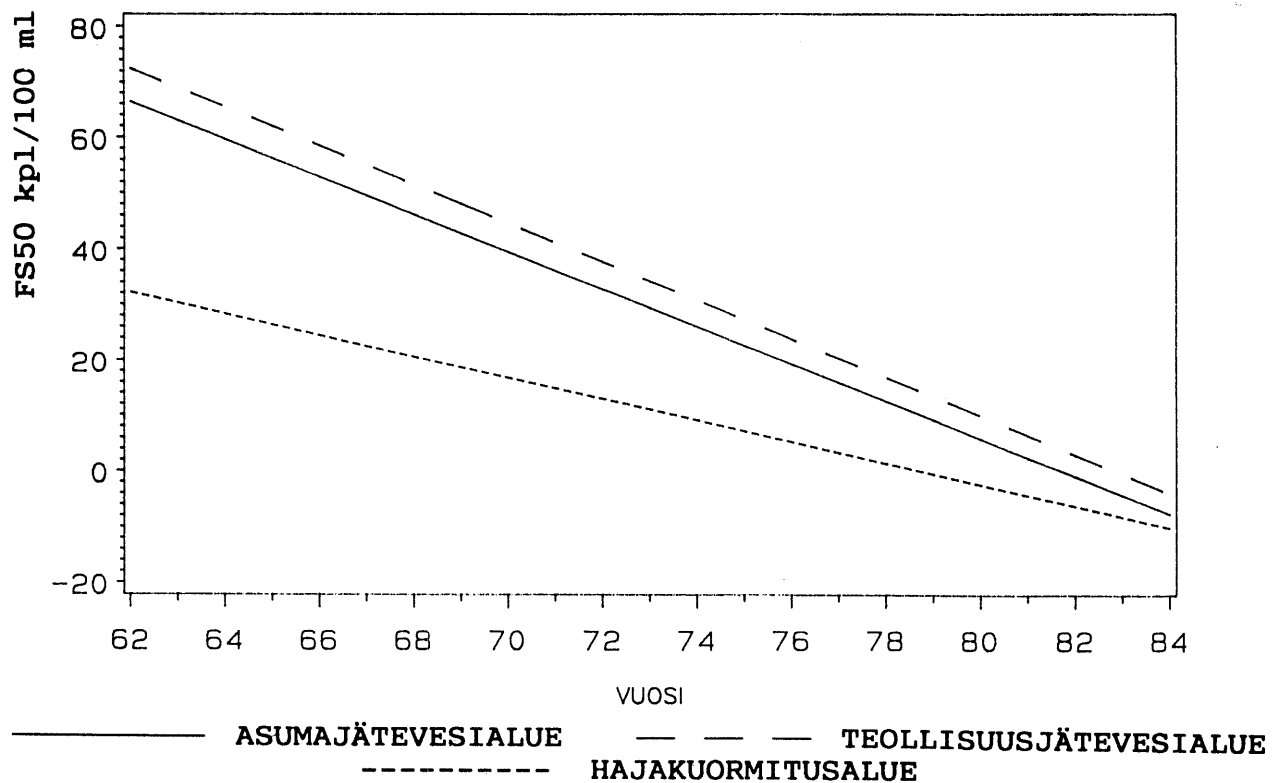
## FS MEDIAANIT ERI ALUEILLA

Kuva 18



## FS MEDIAANIEN REGRESSIOSUORAT ERI ALUEILLA

Kuva 19



Aineiston perusteella noin puolet vesistöistä kuuluu parhaimpaan luokkaan ja vajaa kymmenes huonoimpaan. Aineiston supistaminen käsittämään vain yhteiset vesistöalueet vaikutti jonkin verran silloin, kun analyysien määrä tämän rajoituksen johdosta selvästi supistui. Vuonna 1984 on aineiston jakautuminen eri luokkiin melko samanlainen bakteerista riippumatta. Mutta tarkasteltaessa kehitystä ajan funktiona on se erilainen indikaattoribakteerista riippuen. Analyysien määrä on FC:n osalta kasvanut vuodesta 1970 vuoteen 1984 noin kolmikymmenkertaiseksi, FS:n osalta kaikilla vesistöalueilla kolmenkertaiseksi.

#### 4. TULOSTEN TARKASTELU

Tulosten tarkastelu ei kaikkien tutkimukseen mukaan otettujen aineistojen kohdalla ole tasapuolista koska kaikista selittäjiksi valituista aineistoista ei ole tietoja koko tutkimusajanjaksolta. Puuttuvat tiedot koskevat ensisijaisesti tutkimusjakson alkuvuotia. Yhdyskuntien ja teollisuuden vedenkäyttöä ja vesiensuojelutoimenpiteitä kuvaavia tilastoja on ruvettu ylläpitämään vasta 1970-luvun alusta vesihallituksen toimesta. Vesihuoltotilastoon on tietoja kerätty vuosittain, teollisuuden vesitilastoon joka toinen vuosi, lisäksi sen tiedot puuttuvat vuodelta 1984. Selvitettäessä eri tekijöiden välisiä korrelaatioita on joissakin tapauksissa siten käytettävissä varsin vähän lukupareja. Lisäksi ne puuttuvat jakson alkupuolelta, jolloin selitettävien indikaattoribakteeripitoisuuksien vuosiarvojen mediaanitaso on ollut yleensä korkeimmillaan ja vaihtelevampi kuin tarkastelujakson loppupuolella. Koska vesiensuojelutoimenpiteillä kuitenkin on tarkoitus vaikuttaa vesistöjen tilaan sitä parantaen, on nämä toimenpiteet valittu selittäjiksi tässä yhteydessä.

Selittäjistä puuttuvat myös kokonaan luonnonilmiöiden vaikutukset bakteerimääriin. Kuten johdantokappaleessa on tuotu ilmi vaikuttaa valunnan määrä vesistön bakteerimääriin. Tässä yhteydessä on kuitenkin haluttu käyttää selittäjinä yksinkertaisin keinoin hankittavia tietoja, lähinnä olemassa olevista tilastoista suoraan otettavia. Valunnan määrän kuvaajaksi sopisi vuosittainen sademäärä, mutta siitä ei ollut suoraan saatavissa koko maata kattavia tilastotietoja. Mikäli aineistoa haluttaisiin selvittää tarkemmin olisi valunnan määrää kuvaava selittäjä otettava mukaan.

Tutkimukseen valitut selittäjät eivät myöskään ole luonteeltaan aivan samanlaisia. Toiset kuvaavat suoraan kuormitusta, toiset toimenpiteitä joilla pyritään vaikuttamaan kuormituksen intensiteettiin. Asumajätevesikuormituksen muutoksia on kuvattu puhdistamoihin liitettyjen asukkaiden %-osuudella kaikista, koska sen katsottiin hyvin kuvaavan vesiensuojelutoimenpiteiden kehitystä yhdyskuntien osalta. Vielä tarkemman kuvan kehityksestä olisi ilmeisesti saanut ottamalla selittäjäksi jäteveden käsittelymenetelmien muutokset (vrt. Smith et al. 1987).

Koska teollisuuden vesiensuojelutoimenpiteet eivät kata vain jätevedenpuhdistamolla tapahtuvia toimenpiteitä vaan myös prosessin sisäisen vedenkäytön ja usein varsinkin sen määrän katsottiin, että teollisuuden vesistökuormitusta voidaan hyvin kuvata jäteveden määrällä. Kuten jo aiemmin on esitetty valittiin tähän massa-



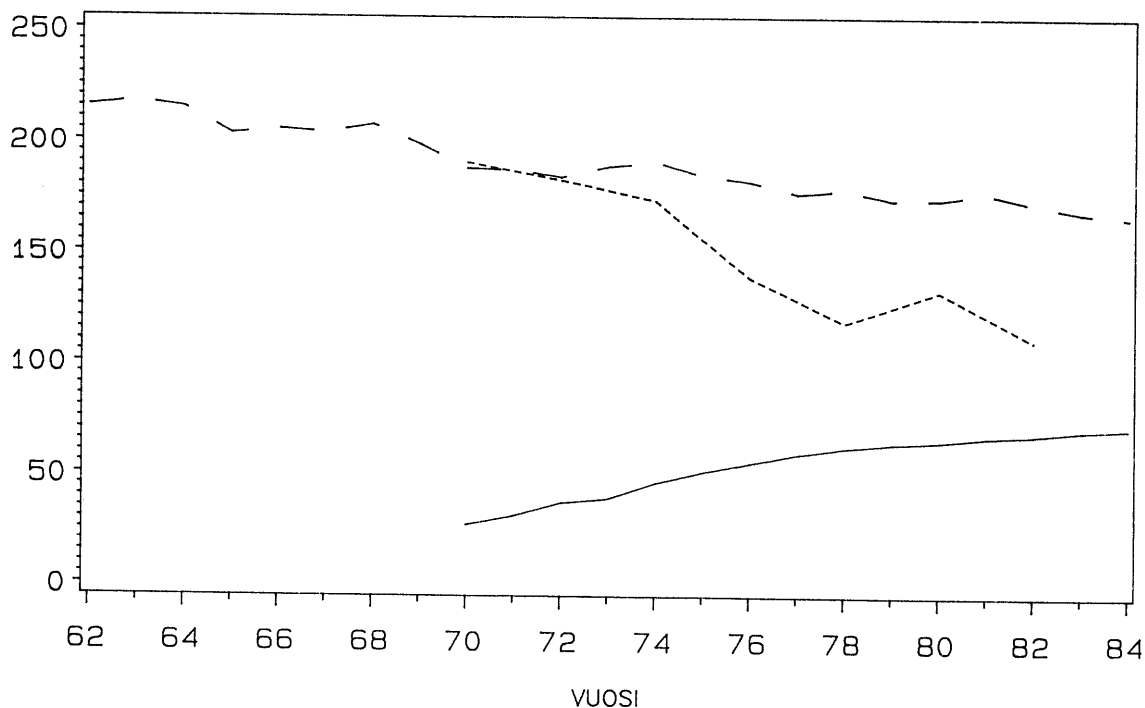
ja paperiteollisuuden jätevesimäärä, koska se vastaa suurimmasta osasta teollisuuden vedenkäyttöä ja sen on todettu vaikuttavan vesistöjen koliformisten bakteerien määriin.

Hajakuormituksen kuvaajaksi valittu nautaeläinmäärä on selvä kuormittajaintensiteettiä kuvaava luku. Karjanhoitoalueet ja tämän tutkimuksen hajakuormitusalueet eroavat varmasti toisistaan, mutta nautaeläinten määrä katsottiin parhaaksi tilastoiduksi vesistökuormitusta kuvaavaksi luvuksi, joka liittyisi hajakuormitusalueisiin. Haja-asutuksen määrästä ei tietoja ollut saatavilla kuin kahdelta vuodelta koko tutkimusajanjaksolta.

Tulosten tarkasteluun valittujen selittäjien vuosi-arvot on kuvattu kuvassa 20. Niiden luku-arvot löytyvät liitteistä 4, 5 ja 6.

Kuva 20

## SELITTÄJIEN VUOSIARVOT



— — — — —  $10^{-4} \times$  nautaeläinten määrä  
 - - - - - Massa- ja paperiteollisuuden jätevesimäärä  $10^5 \text{ m}^3/\text{a}$   
 ————— Jätevedenpuhdistamoihin liitettyt asukkaat %

Valittujen selittäjien ja indikaattoribakteeripitoisuuksien vuosimediaanien väliset korrelaatiot on koottu taulukkoon 15. Kunkin selittäjän osalta on esitetty korrelaatiot jokaisen bakteerin mediaanien kanssa sillä resipienttialueella, jonka tilannetta ao. selittäjällä on haluttu kuvata sekä koko aineiston osalta. Ko. korrelaatiot kaikkien resipienttialueiden osalta on esitetty liitteessä 12.

**Taulukko 15.** Selittäjien ja indikaattoribakteerien mediaanien korrelaatiot

Selittäjä Alue	TC50	FC50	FS50
ASP%			
A	-0.59439*	-0.66857**	0.16464
K	-0.69554**	-0.77372***	-0.41287
MKAMP			
T	0.15938	0.58806	0.68116
K	0.67508	0.77803*	0.70218
NAU			
H	0.33768	0.48382*	0.49678*
K	0.52053*	0.78907***	0.79443***

A=asumajätevesialueet; T=teollisuusjätevesialueet; H=hajakuormitusalueet; K=koko aineisto

ASP%=jätevedenpuhdistamoihin liitettyt asukkaat (%);

MKAMP=massa- ja paperiteollisuuden jätevesimäärä

NAU=nautakarjan määrä

Tarkastelun kohteeksi ensisijaisesti valitut yhdistelmät eivät korrelaatiokertoimien perusteella ole parhaat mahdolliset (liite 12).

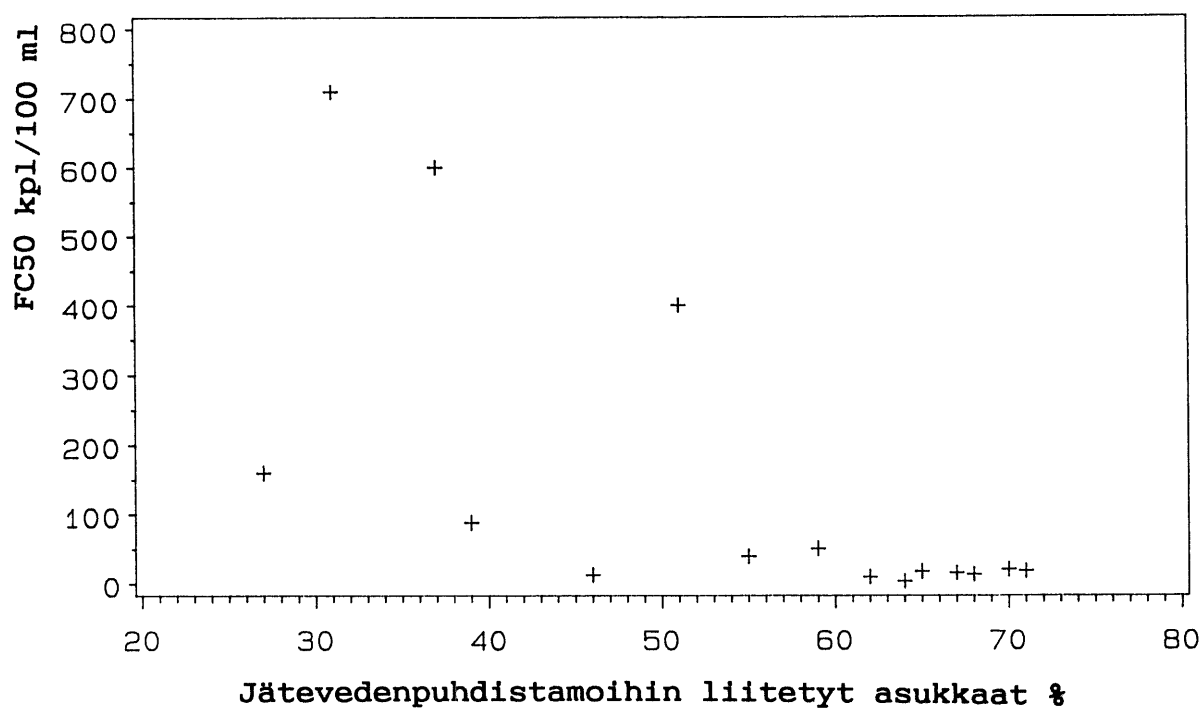
Jätevedenpuhdistamoihin liitettyjen asukkaiden %-osuus korreloi parhaiten FC:n kanssa. Korrelaatio on koko aineistolla jopa parempi kuin vain asumajätevesialueilla (taulukko 15, kuvat 21 ja 22). Tämä on oikeastaan johdonmukaista, koska varsinkin teollisuusjätevesialueet, joille johdetaan myös paljon asumajätevesiä vahvistavat tätä vaikutusta koko aineistossa.

Jätevedenpuhdistamoihin liitettyjen asukkaiden %-osuuden jatkuva kasvusta huolimatta, ja vaikka tällä on ollut selvä vaikutus vesistöjen hygieeniseen tilaan, on kehitys jo jonkin aikaa ollut pysähdyksissä arvosteltaessa sitä mediaanien perusteella. Koska muutkin vesiensuojelutoimenpiteet ovat samalla tehostuneet ei niiden kehittymisellä edelleen liene koko maan vesistöjen hygieenisen tilan kehittymisen kannalta merkitystä. Paikallisesti asia on tietysti toinen. Sen sijaan hajakuormitukseen tule kiinnittää huomiota, koska nykyisen vakaan tason takaava kuormitus, joka hyvin on nähtävissä koko aineiston FC mediaaneissa lienee suuressa määrin peräisin siitä.

Massa- ja paperiteollisuuden jätevesimäärä korreloi tällä aineistolla merkittävästi vain FC:n, mutta vain koko aineiston FC:n, mediaanien kanssa. Tämä vastaa aiempia selvityksiä, joissa on todettu puunjalostusteollisuuden jätevesien sisältävän runsaastikin FC analysoinnissa positiivisiksi tulkittuja bakteereita.

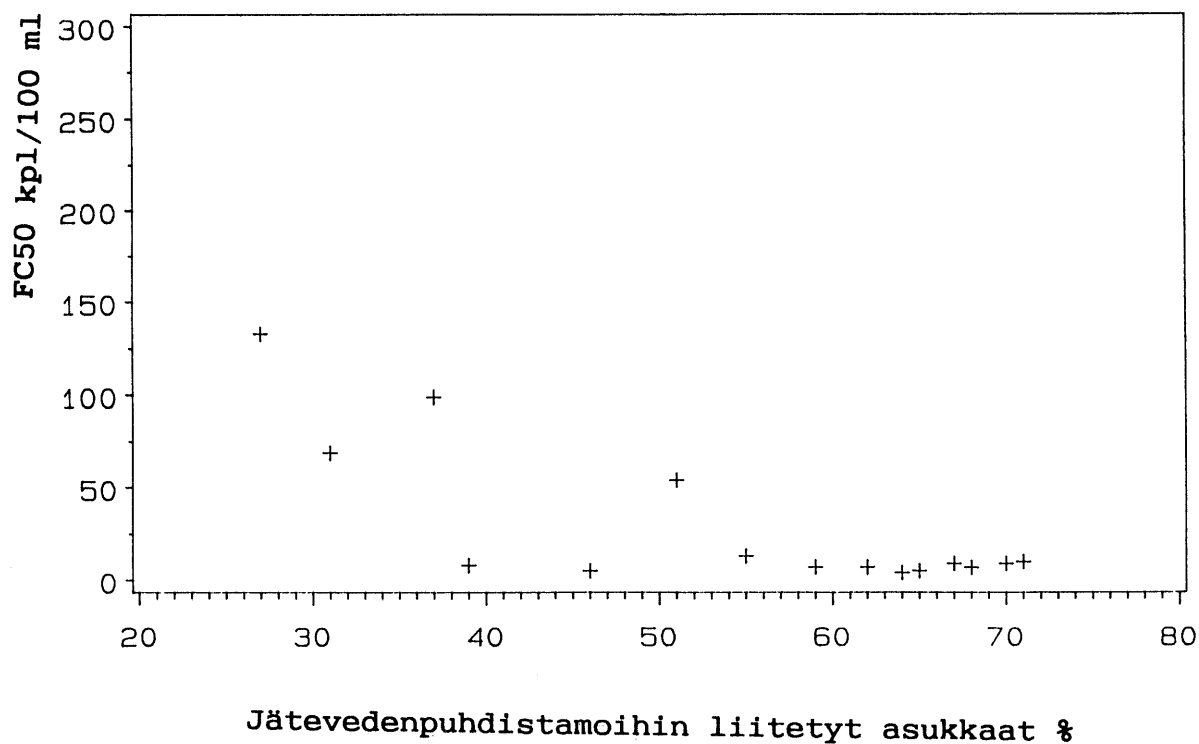
## FC50 / PUHDISTAMO-% ASUMAJÄTEVESIALUEILLA

Kuva 21



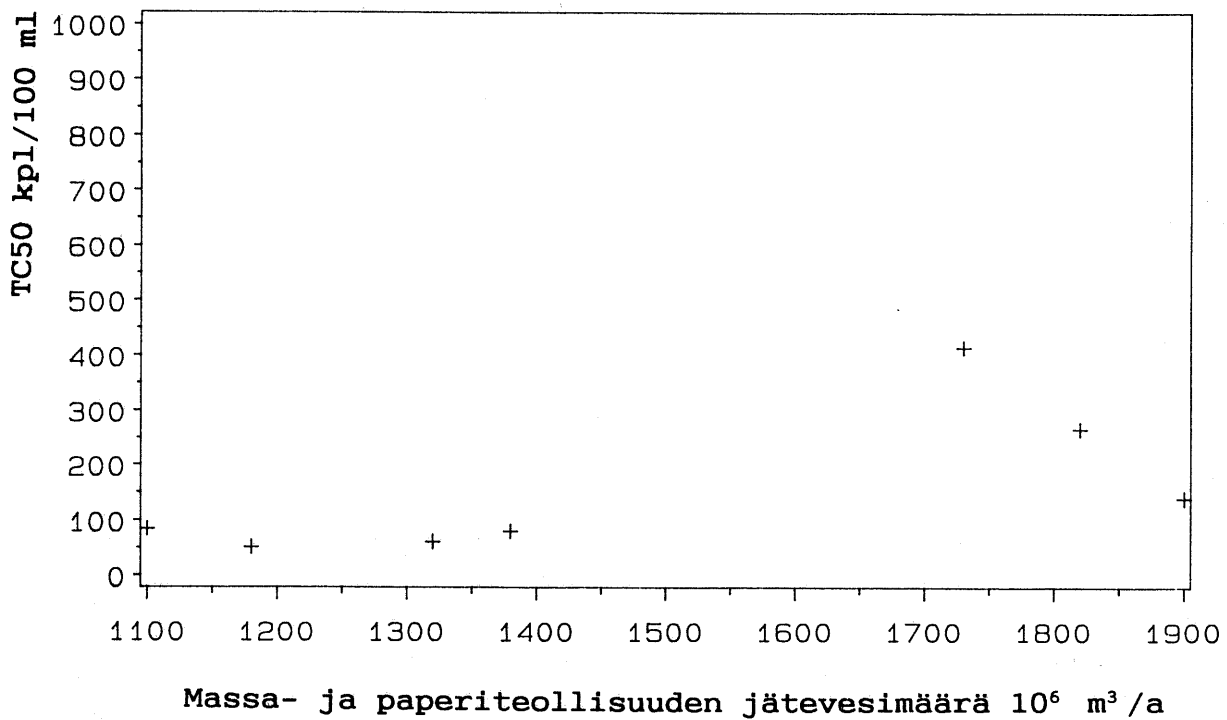
## FC50 / PUHDISTAMO-% KOKO AINEISTOLLA

Kuva 22



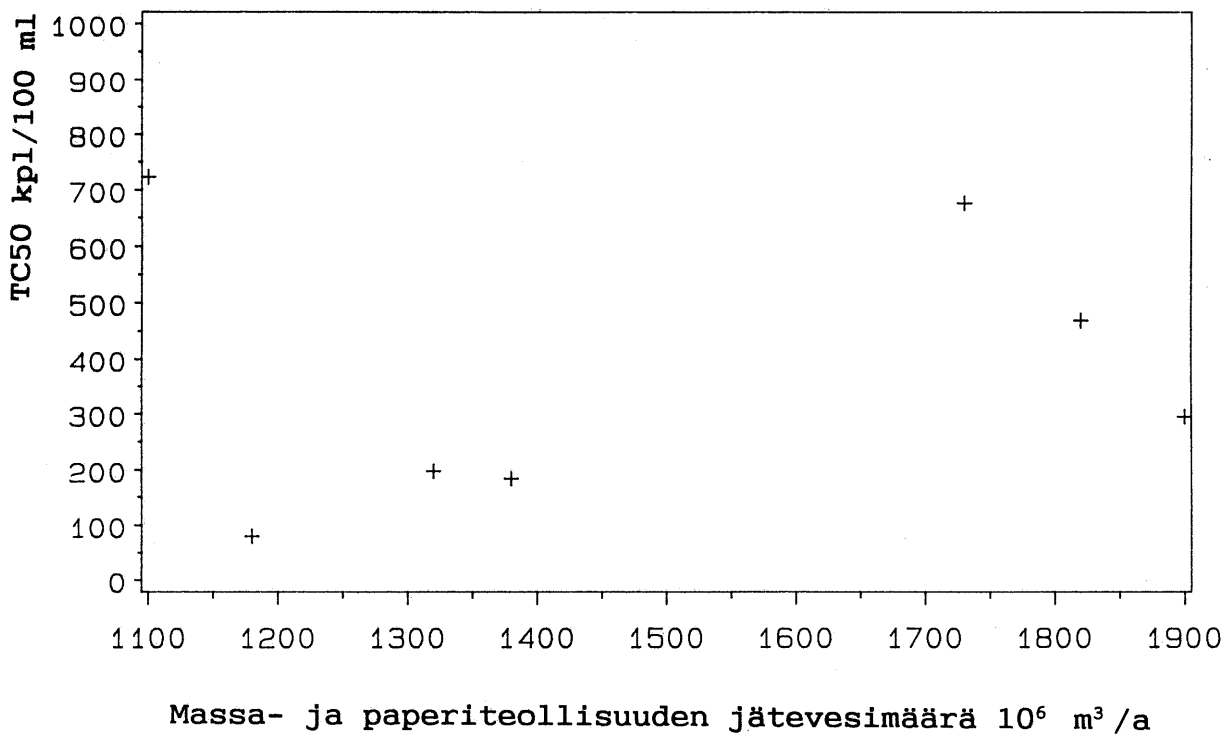
## TC50 / METSÄTEOLLISUUDEN JÄTEVESIMÄÄRÄ

Kuva 23



## TC50 / METSÄTEOLLISUUDEN JÄTEVESIMÄÄRÄ TEOLLISUUSAL.

Kuva 24



Suoritettu tilastollinen analyysi antaa varsin huonon korrelaation tälle selittäjälle ja TC:n mediaaneille (taulukko 15, kuvat 23 ja 24). Jos kuitenkin tarkastellaan ajallisesti TC:n mediaaneja ja massa- ja paperiteollisuuden jätevesimäärän sekä ao. teollisuustuotannon volyyymi-indeksin kehittymistä, on selvä yhteys havaittavissa (kuva 25). Korrelaatioita pitäisi selvittää aikasarja-analyysillä tarkemmin. FC:n mediaanit, massa- ja paperiteollisuuden jätevesimäärä ja teollisuustuotannon volyyymi-indeksin aikakäyrät eivät samalla tavalla vastaa toisiaan kuin TC:n vastaavat (kuva 26).

Tässä tutkimuksessa havaittu yhteys TC:n pitoisuuksien ja massa- ja paperiteollisuuden jätevesimäärien välillä vaatii tarkempia selvityksiä. Joko ao. jätevesien sisältämät bakteerit analysoituivat aiemmissä tutkimuksissa saatuja tuloksia herkemmin positiivisesti TC määrittelyksissä (vrt. taulukko 5) tai sitten yleisesti käytössä olevat määrittämenetelmät vaativat tarkennuksia.

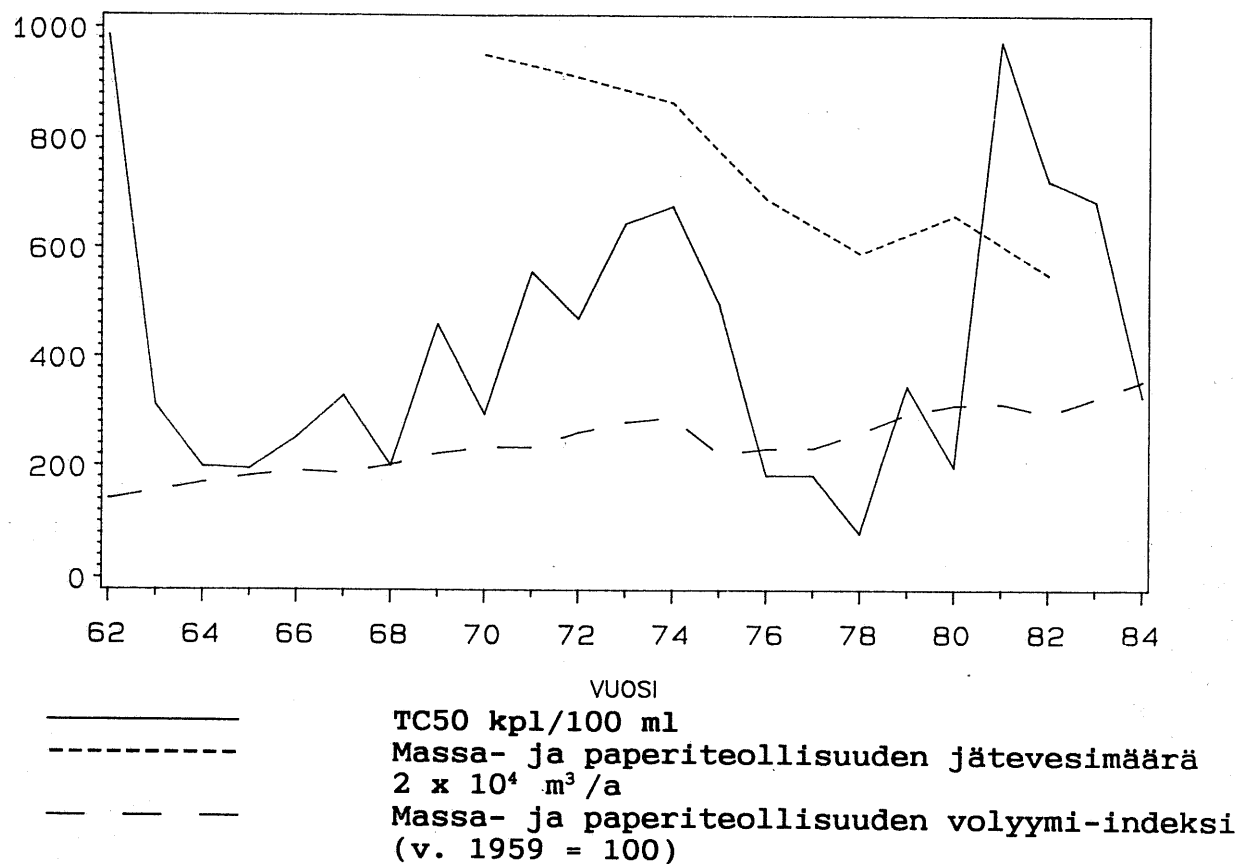
Nautaeläinten määrä korreloi tämän selvityksen mukaan erittäin merkittävästi FS:n kanssa kaikilla muilla paitsi hajakuormitusalueilla, joilla korrelaation merkitsevyys on selvästi huonoin. Korrelaatiot FC:n mediaanien kanssa ovat myös selvät muualla paitsi asumajätevesialueilla. Erittäin merkitsevät ne ovat koko aineistolle ja teollisuusjätevesialueiden aineistolle. Tässä yhteydessä ei ole selvitetty, missä karjataloutta alueellisesti harjoitetaan. Alueryhmittely perustui sille, että yhdyskuntien ja teollisuuden resipienttivesistöt muodostivat omat ryhmänsä ja niiden ulkopuolelle jääneet vesistöalueet tutkimuksen 'hajakuormitusalueen'. Tämä alue ei varmaan vastaa 'karjatalousaluetta', mutta nautaeläinten määrä katsottiin kuitenkin sopivimmaksi käytettävissä olevaksi hajakuormituksen indikaattoriksi. Nautaeläinten määrä valittiin myös selittämään FS:n vaihteluita. Hajakuormitusalueilla korrelaatio on melkein merkitsevä, koko aineistolla ja muilla osa-aineistoilla sen sijaan erittäin merkitsevä. (taulukko 15, kuvat 27 ja 28). Nautaeläinten määrä korreloi tällä aineistolla myös FC:n kanssa, varsinkin teollisuusjätevesialueiden ja koko aineiston kanssa.

Vesistökuormitusta kuvaavien tekijöiden - puhdistamoihin liitetyt asukkaat, teollisuusjäteveden määrä, nautaeläinten määrä - ja vesistön veden laadun väliset yhteydet eivät suinkaan ole niin yksinkertaiset kuin miten näitä tekijöitä on tässä yhteydessä käsitelty. Kunkin indikaattoribakteerin pitoisuutta selittämään tilastopohjalta valituilta alueilta on otettu yksi vesistökuormitusta tai sen muutoksia kuvaava tekijä. Kuten jo aiemmin on todettu eivät muodostetut resipienttialueet ole 'puhtaita' vaan ryhmitelyssä käytetyt perusteet menevät ristiin ja päällekkäin. Tuloksia tarkasteltaessa tämä näkyy selvästi. Jätevedenpuhdistamoihin liitettyjen asukkaiden %-osuus korreloi vähintään merkitsevästi FC:n mediaanien kanssa kaikilla resipienttialueilla ja nautaeläinten määrä ja FS:n mediaanit korreloivat erittäin merkitsevästi muilla kuin hajakuormitusalueilla, joilla korrelaatio on vain melkein merkitsevä.

Tulokset osoittavat kuitenkin selvästi vesistökuormituksen intensiteetin ja siihen vaikuttavien vesiensuojelutoimenpiteiden merkityksen vesistöjen hygieeniselle tilalle. Ne näyttävät myös, että jatkossa on kiinnitettävä huomiota hajakuormituksen hoitamiseen.

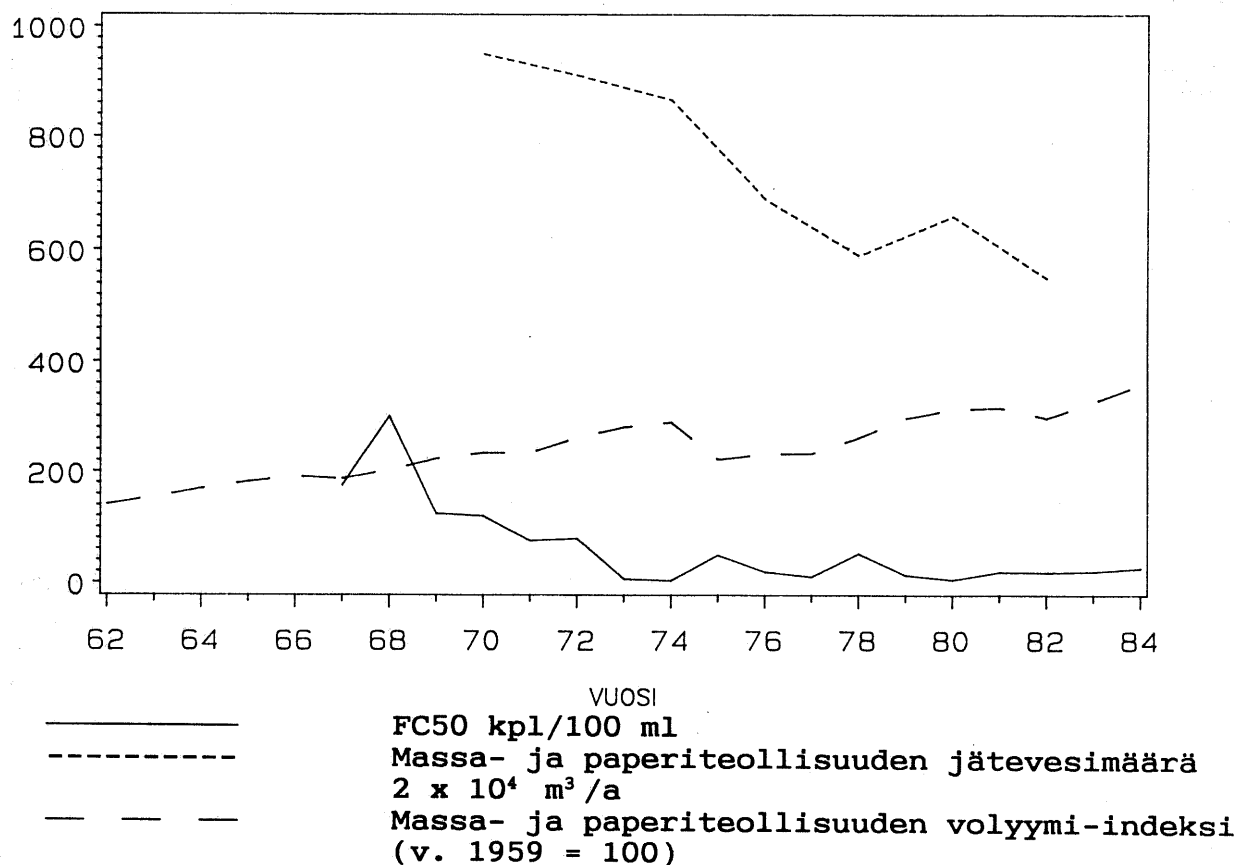
## TC50 JA PUUNJALOSTUSTEOLLISUUDEN INTENSITEETTI

Kuva 25



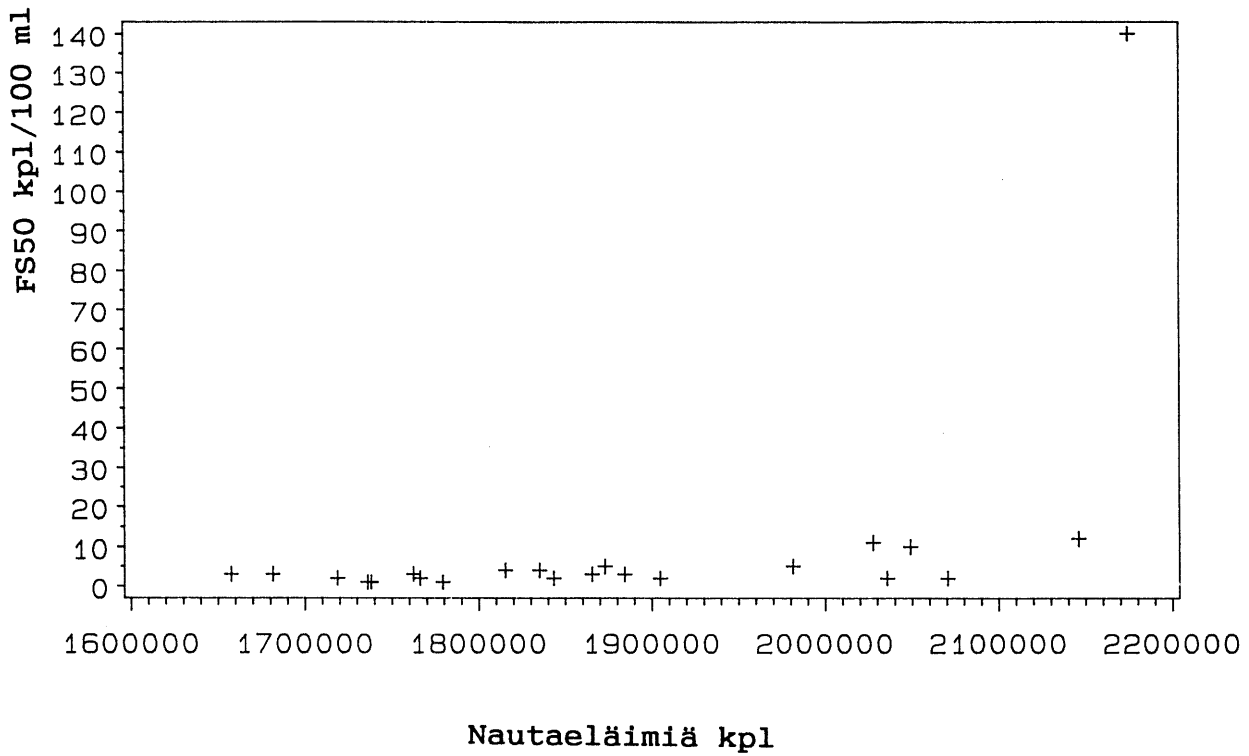
## FC50 JA PUUNJALOSTUSTEOLLISUUDEN INTENSITEETTI

Kuva 26



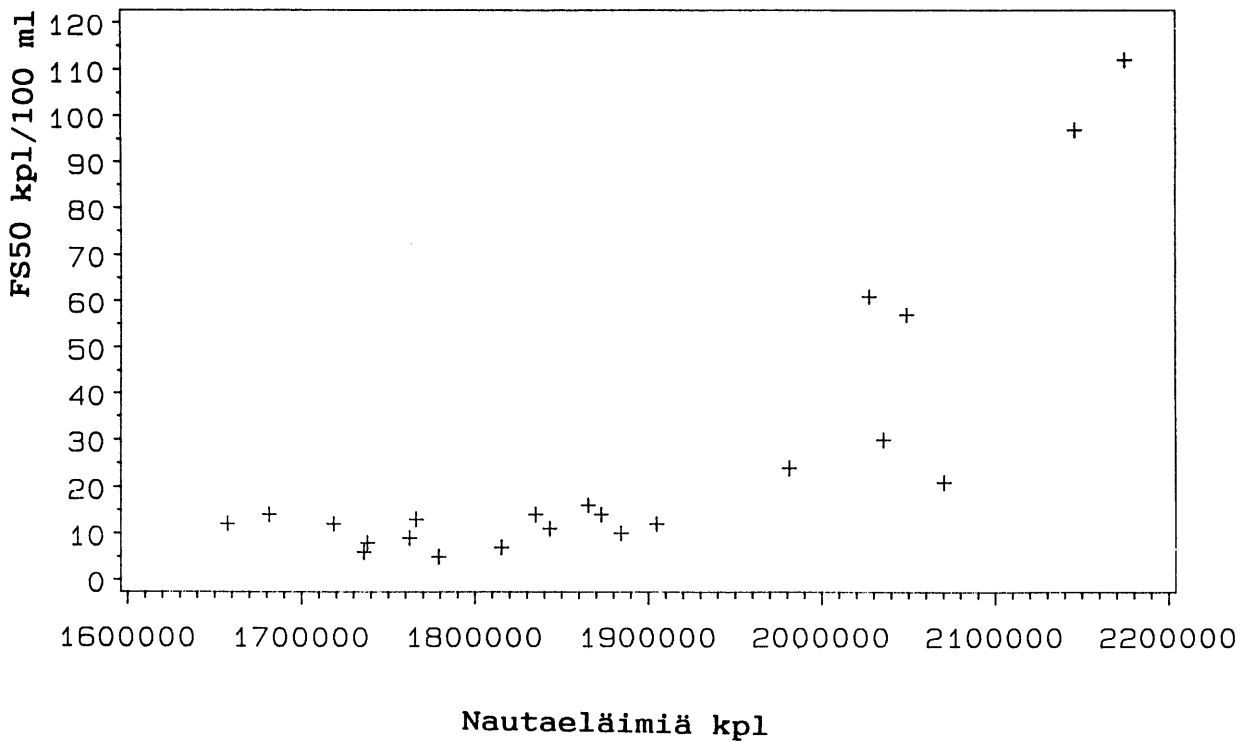
## FS50 / NAUTAEÄINMÄÄRÄ HAJAKUORMITUSALUEILLA

Kuva 27



## FS50 / NAUTAEÄINMÄÄRÄ KOKO AINEISTOLLA

Kuva 28



Tilanne on Suomessa siten hyvin samanlainen kuin Yhdysvalloissa, missä selvitetttiin jokien veden laadun kehittymistä vuosina 1974-1981 (Smith et al. 1987). Jokien FC ja FS pitoisuudet olivat pienentyneet. Pistekuormittajat, varsinkin jäteveden käsittelyn tehostuminen, selittivät parhaiten havaitut muutokset. Tulevaisuudennäkymistä on kuitenkin todettu, että hajakuormitus saattaa estää veden laadulle asetettujen tavoitteiden saavuttamisen vaikka pistekuormittajat toteuttaisivatkin niille asetetut käsittelyvaatimukset.

Toinen lisävalaistusta vaativa seikka on vesistöjen hygieenisen tilan seurantaan käytettävien indikaattoribakteerien valinta. Veden laatua tässä tarkoituksessa seurataan, jotta selvitetttäisiin mahdollinen ulostesaastutus. Jos sellaiset kuormittajat, joiden jätevesissä ei ole ulostesaastutusta, kuitenkin saavat aikaan sen, että niiden vaikutusalue luokitellaan periaatteessa väärin on aiheellista selvittää käytettävät indikaattoribakteerit ja niiden määrittämenetelmät. Tällaisiin ongelmiin viittavat aineiston TC tulokset teollisuusjätevesialueilla. Suomalaiset viranomaisluokituksehan eivät tosin käytä luokituksissaan näitä muualla kuin talousveden laatuvaatimuksissa.

Vedenlaatuluokitustarkastelussa indikaattoribakteerien antama ero tulee ilmi huonoimmassa eli 5 luokassa. Samoiltakin vesistöalueilta otettujen näytteiden perusteella antaa FC tulokseksi kaksinkertaisen osuuden FS:hin verrattuna vuonna 1984. Luokissa 1 - 4 ovat erot ovat pienemmät. Analyysimäärä näyttää vaikuttavan luokittelun lopputulokseen, enimmilläänkin tosin vain viiden %-yksikön verran tässä aineistossa. Tämä on tapahtunut FS:n vuoden 1970 aineistossa luokassa 1, analyysimäärien tipahtaessa rajauksen vuoksi n. kolmanteen osaan. Myöhempiä vuosina jolloin analyysimäärät eivät ole vähentyneet FS:n kohdalla näin merkittävästi ei vesistöalueraus ole vaikuttanut samalla tavalla luokkiin jakautumiseen. Tämä näyttäisi tukevan Stelzer et al. (1982) toteamusta näytteenoton tiheyden merkityksestä vesistöjen hygieenisen laadun arvioinnissa.

Vedenlaaturekisterin aineisto näyttää hyvin soveltuvan laajoihin yleisluontoisiin selvityksiin, joissa näytteenotolle, -käsittelylle ja määrittäyksille ei aseteta erityisvaatimuksia. Myös alueellisesti ja ajallisesti rajattuihin tutkimuksiin voi olla vaikeata löytää rekisteristä aineistoa. Sen sijaan selvitys jossa käytetään niinkin mittavaa aineistoa kuin tässä on käytetty, yhteensä 132 476 analyysia, sallii sisällään epätarkkuuksia, jotka hautautuvat massaan. Selvitetettäessä aineiston korrelaatioita muualla määritettyihin tekijöihin saattaa ongelmaksi muodostua tämän toisen tekijän aineiston pienuus.



## 5. YHTEENVETO

Suomen vesistöjen hygieeninen tila ja sen kehitys vuosina 1962--1984 selvitettiin vesi- ja ympäristöhallituksen vedenlaaturekisterin aineiston perusteella. Hygieenisen tilan kuvaajiksi otettiin indikaattoribakteereina käytetyt kokonaiskoliformiset bakteerit (TC), fekaaliset koliformiset bakteerit (FC) ja fekaaliset streptokokit (FS).

Bakteeripitoisuuksien tasoa ja kehitystä kuvattiin vuosittaisilla mediaaniarvoilla.

Vesistöalueet jaettiin niiden resipienttiluonteen perusteella kolmeen ryhmään:

- asumajätevesialueet
- teollisuusjätevesialueet
- hajakuormitusalueet.

Vesistöjen hygieenisen tilan kehityksen selittäjinä selvitettiin:

- jätevedenpuhdistamoihin liitettyjen asukkaiden määrän %-osuuden kehitystä
- massa- ja paperiteollisuuden jätevesimäärän kehitystä
- nautaeläinmäärän kehitystä.

Tietojenkäsittely suoritettiin SAS-valmisohjelmistoilla.

Kaikkien bakteeripitoisuuksien trendit koko aineistolla ja kaikilla muilla osa-alueilla, paitsi TC:n teollisuusjätevesialueilla, olivat laskevat. Pitoisuuksien mediaanit ovat koko maassa laskeneet jakson alkupuolelta sen loppupuolelle tultaessa TC:n osalta kolmannekseen, FC:n osalta kahdeskymmenesosaan ja FS:n osalta kuudentekseen.

Vesistökuormituksen ja vesiensuojelutoimenpiteiden todettiin selvästi korreloineen vesistöjen hygieenisen laadun kehittymisen kanssa. Mediaaneilla kuvattuna on taso kuitenkin pysynyt suunnilleen samana 70-luvun puolivälin jälkeen. Vesistökuormituksen supistamisessa on kiinnitettävä yhä enemmän huomiota hajakuormitukseen.

Jäteveden käsittelyn yleistyminen korreloi selvästi FC:n mediaanien kanssa. TC:n pitoisuuksien mediaani noudatti teollisuusjätevesialueilla massa- ja paperiteollisuuden jätevesimäärän kehittymistä. FS:n vuosimediaanit korreloivat parhaiten nautaeläinten määrän kanssa.

Sijoitettaessa aineistoa suomalaisen vedenlaatuluokitusehdotuksen yleisluokituksen mukaisiin luokkiin mikrobiologisin perustein päättyi puolet aineistosta luokkaan 1 ja 5-10 % luokkaan 5. Mitä enemmän FC ja FS määrityksiä oli tehty sitä yhteneväisempi oli niiden antama kuva aineiston jakautumisesta eri luokkiin.

## KIRJALLISUUS

- Ahmed, R. & Schiller, R. 1981. Nonpoint source quantification and its role in lake and stream water quality planning. Water Science and Technology, vol. 13, nro 2, s. 783-801. ISSN 0273-1223.
- Ahola, Helena 1985. Vantaanjoen ja sen sivujokien veden hygieeninenlaatu 1978-84. Progradu-työ. Helsingin yliopisto, limnologian laitos. Helsinki. Moniste 101 s.
- Andersson, Y. & Stenström, T.A. 1987. Waterborne outbreaks in Sweden - causes and etiology. Water Science and Technology, vol. 19, nros 3/4, s. 575-580. ISSN 0273-1223.
- Anon. 1981. Ulosteperäistä saastutusta ilmentävien bakteerien käyttäytyminen vesissä. Loppuraportti. Helsinki. 72 s.
- Anon. 1982. Ihmisen toiminnan tuottamat bakteerit vesiensuojelun ongelmana. Loppuraportti. Helsinki. 53 s.
- Bohn, Carolyn C. & Buckhouse, John C. 1985. Coliform as an indicator of water quality in wildland streams. Journal of Soil & Water Conservation, vol. 40, nro 1, s. 95-97. ISSN 0022-4561.
- Bradley, David J. 1974. Water supplies: the consequences of change. Julk.: Human Rights in Health. Ciba Foundation Symposium 23 (new series). Elsevier. S. 81-98.
- Colwell, R.R. & Kaper, J. 1977. Vibrio Species as Bacterial Indicators of Potential Health Hazards Associated With Water. Julk.: A.W. Hoadley & B.J. Dutka (eds.). Bacterial Indicators/Health Hazards Associated With Water. S. 115-125. ASTM Special Technical Publication 635.
- Dufour, Alfred P. 1984. Bacterial Indicators of Recreational Water Quality. Canadian Journal of Public Health, vol. 75, February, s. 49-56.
- Dufour, A.P. & Cabelli, Victor J. 1976. Characteristics of Klebsiella from textile finishing plant effluents. - Journ. WPCF, vol. 48, nro 5, s. 872-879
- EPA 1984. Nonpoint source pollution in the U.S.: Report to the Congress. Washington, D.C. EPA, Office of Water, Criteria and Standards Division. Artikkelissa: Humenik, F.J., Smolen, M.D. & Dressing, S.A. 1987. Pollution from nonpoint sources: where we are and where we should go. Environmental Science and Technology, vol 21, nro 8, s. 737-742. ISSN 0013-936X.

- Evans, J.B. 1977. Coagulase Positive Staphylococci as indicators of Potential Health Hazards From Water. Julk.: A.W.-Hoadley & B.J. Dutka (eds.). Bacterial Indicators/-Health Hazards Associated With Water. S. 126-130. ASTM Special Technical Publication 635.
- Feachem, R. 1975. Note: An improved role for faecal streptococci ratios in the differentiation between human and non-human pollution sources. Water Research, vol. 9, nro 7, s. 689-690. ISSN 0043-1354.
- Feachem, Richard G. 1977. Infectious Disease Related to Water Supply and Excreta Disposal Facilities. Ambio, vol. 6, nro 1, p. 55-58.
- Geldreich, Edwin E. 1976. Fecal coliform and fecal streptococcus density relationships in waste discharges and receiving waters. CRC Critical Reviews in Environmental Control, vol. 6, nro 4, s. 349-369.
- Geldreich, Edwin E. & Kenner, Bernard A. 1969. Concepts of fecal streptococci in stream pollution. Journ. WPCF, vol. 41, nro 8, part 2, s. R336-R352.
- Gorbatow, Monica & Pönkä, Antti 1986. Helsingin uimavesien hygieeninen taso vuosina 1958-1984. Helsinki. 36 s. + 9 liit. Helsingin kaupungin terveystieteiden raportteja sarja B, Raportti 9/1986. ISBN 951-771-588-9, ISSN 0782-3428.
- Grabow, W.O.K., Burger, J.S. & Nupen, E.M. 1981. Evaluation of acid-fast bacteria, Candida albicans, enteric viruses and conventional indicators for monitoring wastewater reclamation systems. Water Science and Technology, vol. 13, nro 2, s. 803-817. ISSN 0273-1223.
- Grigoryeva, L.V., Kirpenko, Yu.A., Orlovskiy, V.M. & Stankevich, V.V. 1977. Antimicrobial Action of Toxic Metabolites of Some Blue-Green Algae. Hydrobiol. Journal 1977, nro 3, s. 47-52. ISSN 0018-8166.
- Haas, Charles N. 1979. Discussion (of 'Effects of chlorination on differentiated coliform groups by E.C. Kinney et al., JWPCF 50(1978), p. 2307). Journ. WPCF, vol. 51, nro 12, s. 2961-2962. ISSN 0043-1303.
- Hawkes, H.A. 1971. Disposal by Dilution? - An Ecologist's Viewpoint. Julk.: G. Sykes & F.A. Skinner (eds.). Microbial Aspects of Pollution. London, Academic Press. The Society for Applied Bacteriology Symposium Series No. 1. S. 149-179. ISBN 0-12-648050-8.
- Heinonen, Pertti 1966. Vesistöjen hygieeninen tila vuonna 1966 suoritettujen tutkimusten mukaan. Lappeenranta. 36 s. Saimaan vesiensuojeluyhdistys ry:n tiedonantoja n:o 4.

- Heinonen, Pertti, Herve, Sirpa, Myllymaa, Urpo, Nyroos, Hannele, Savisaari, Runo, Teräsvirta, Heikki & Vuoris-to, Heidi 1985. Vesistöjen laadullisen käyttökelpoisuuden luokittaminen. Työryhmän ehdotus koekäyttöä varten. Helsinki, vesihallitus. 36 s. Vesihallituksen monistesarja nro 332. ISBN 951-46-8420-6, ISSN 0358-7169.
- Hendry, G.S., Janhurst, S. & Horsnell, G. 1982. Some effects of pulp and paper wastewater on microbial water quality of a river: technical note. Water Research, vol. 16, nro 7, s. 1291-1295. ISSN 0043-1354.
- Henttonen, Juhani, Malin, Väinö & Verta, Matti 1980. Hydrological data registers of the Water Research Institute. Vesientutkimuslaitoksen julkaisuja 39, s. 13-30. ISSN 0355-0982, ISBN 951-46-5307-6.
- Hiisvirta, Leena 1981. Veden välityksellä levinneet epidemiat. Suomen kunnallislehti, vol. 66, nro 8, s. 48-49.
- Huntley, B.E., Jones, A.C. & Cabelli, Victor J. 1976. Klebsiella densities in waters receiving wood pulp effluents. Journ.WPCF, vol. 48, nro 7, s. 1766-1771.
- Itkonen, Juhani & Vaajala, Markku 1985. Tenojoen vesistön tila: veden laatu- ja perifytontutkimus. Helsinki, vesihallitus. 61 s. Vesihallituksen monistesarja nro 319. ISBN 951-46-8407-9, ISSN 0358-7169.
- Jokela, Sinikka & Hongell, Liisa 1980. Säilörehun, puristemehun ja muun hajakuormituksen vaikutus Malisjoen veden laatuun. Ympäristö ja terveys, vol. 11, nro 1, s. 36-42.
- Jokinen, Ossi 1983. Vantaanjoen ja sen sivuhaarojen veden uimakelpoisuus. Julk.: Vesistöjen virkistyskäyttö: Vesipäivä 19.10.1983, Helsinki. Vesiyhdistys r.y. S. 91-99.
- Kauppi, Lea 1979. Hajakuormitus ja sen vesistövaikutusta koskeva tutkimus. Julk.: Vesistöjen hajakuormitus: Vesipäivä 19.11.1979. Helsinki. Vesiyhdistys r.y. S. 10-19.
- Kaupunkiliitto 1970. Vesilaitosten raakaveden laatuvaatimukset. Helsinki. 89 s. Kaupunkiliiton toimiston julkaisu B 33.
- Kinney, E. Crispin, Drummond, David W. & Hanes, N. Bruce 1978. Effects of chlorination on differentiated coliform groups. Journ. WPCF, vol. 50, nro 10, s. 2307-2312.
- Laaksonen, Reino 1970. Vesistöjen veden laatu. Vesiensuojelun valvontaviranomaisen vuosina 1962-1968 suorittamaan tarkkailuun perustuvat tutkimus. Helsinki, maataloushallitus. 132 s. Maa- ja vesiteknillisiä tutkimuksia 17.

- Laaksonen, Reino & Malin, Väinö 1980. Vesistöjen veden laadun muutoksista vuosina 1962-1977. Helsinki, vesihallitus. 70 s. Vesientutkimuslaitoksen julkaisuja 36. ISBN 951-46-4611-8, ISSN 0355-0982.
- Laaksonen, Reino & Malin, Väinö 1984. Changes in water quality in Finnish lakes 1965-1982. Vesientutkimuslaitoksen julkaisuja 57, s. 52-58. ISSN 0355-0982, ISBN 951-46-8081-2.
- Laaksonen, Reino & Malin, Väinö 1985. Regional water quality in Finland 1965-1983. Agua Fennica, vol. 15, nro 2, s. 201-209. ISSN 0356-7133.
- Lahti, Kirsti 1984. Suomen Sokeri OY:n Porkkalan tehtaiden jätevesien vaikutusalueen määrittäminen bakteerilajiston avulla. Helsinki, vesihallitus. 19 s. Vesihallituksen monistesarja 1984:254. ISBN 951-46-7996-2, ISSN 0358-7169.
- Lippy, Edwin C. & Waltrip, Steven C. 1984. Waterborne Disease Outbreaks - 1946-1980: A Thirty-Five-Year Perspective. Journal AWWA, vol. 76, nro 2, p. 60-67.
- Lääkintöhallitus 1979. Terveystietolain (469/65) ja -asetuksen (55/67) nojalla annetut yleisiä uimaloita ja uimarantoja koskevat määräykset ja ohjeet. Helsinki. 17 s. Lääkintöhallituksen yleiskirje N:o 1683.
- Lääkintöhallitus 1983. Talousveden terveydelliset riskitekijät: II Veden mikrobiologinen laatu. 131 s. Lääkintöhallituksen työryhmien mietintöjä nro 14. ISBN 951-46-7673-4, ISSN 0359-3770.
- Lääkintöhallitus 1985. Talousveden terveydellisen laadun valvonta. Helsinki. 16 s. + 6 liites. Lääkintöhallituksen yleiskirje N:o 1862.
- Maasilta, Alpo, Pekkarinen, Mauri, Tuononen, Erkki & Vakkilainen, Pertti 1980. Ainehuuhtoutumista pelto- ja metsävaltaisella valuma-alueella Siuntionjoen vesistössä. Otaniemi, Teknillinen korkeakoulu vesitekniikan laitos. 36 s. + liitt. Julkaisu 18. ISBN 951-752-116-2.
- Malin, Väinö 1982. Vedenlaaturekisteri: Ohjeita rekisteriin tietoja toimittaville sekä rekisterin hyväksikäyttäjille. 85 s. Helsinki, vesihallitus. Vesihallituksen monistesarja 1982:119.
- Malmqvist, Per-Arne 1983. Urban Stormwater Pollutant Sources: An Analysis of Inflows and Outflows of Nitrogen, Phosphorus, Lead, Zinc, and Copper in Urban Areas. Göteborg, Chalmers University of Technology, Department of Sanitary Engineering. 371 s. ISBN 91-7032-106-X.
- McKee, Jack Edward & Wolf, Harold W. (eds.) 1963. Water quality criteria. 2. rev. ed. The Resources Agency of California, State Water Resources Control Board, Publication 3-A. 548 p.

- McCoy, J.H. 1971. Sewage pollution of Natural Waters. Julk.: G. Sykes & F.A. Skinner (eds.). Microbial Aspects of Pollution. London, Academic Press. S. 33-50. ISBN 0-12-648050-8.
- Melanen, Matti 1980. Taajamien hule- ja sulamisvedet: I osa, laadun tarkastelu. 138 s. Vesihallitus - Tiedotus 197. ISBN 951-46-4971-0, ISSN 0355-0745.
- Menon, A.S. 1985. Salmonellae and pollution indicator bacteria in municipal and food processing effluents and the Cornwallis River. Canadian journal of microbiology, vol. 31, nro 7, s. 598-603.
- Moore, B. 1971. The Health Hazards of Pollution. Julk.: Sykes, G. & Skinner, F.A. (eds.). Microbial Aspects of Pollution. London, Academic Press. S. 11-32. ISBN 0-12-648050-8.
- Myers, Carl F., Meek, James, Tuller, Stuart & Weinberg, Anne 1985. Nonpoint sources of water pollution. Journal of Soil & Water Conservation, vol. 40, nro 1, s. 14-18. ISSN 0022-4561.
- Myllymaa, Urpo 1981. Kalankasvatuksen jätevedet Koillismaan vesistöjen muuttajina. Helsinki, vesihallitus. 195 s. Vesihallitus - Tiedotus 209. ISBN 951-46-5304-1, ISSN 0355-0745.
- National Academy of Sciences & National Academy of Engineering 1973. Water Quality Criteria 1972. A report of the Committee on Water Quality Criteria. Washington, D.C. 594 p. The Environmental Protection Agency EPA-R3-033.
- National Water Council 1981. River quality: the 1980 survey and future outlook. London. 39 p., 2 karttaliitettä.- ISBN 0 901090 36 0.
- Niemelä, Seppo 1965. Hygieenisen vesianalyysin indikaattoriorganismien ja määrittämenetelmien arviointia. Julk.: Dahlström, Harri & Kangas, Ilpo (toim.). Limnologisymposium 1964. Helsinki, Suomen Limnologinen Yhdistys.- S. 100-105.
- Niemelä, Seppo 1969. Suolistobakteeripitoisuuden vaihtelu yhden päivän aikana yhdessä Vantaanjoen pisteessä. Vesi, nro 2, s. 7-13.
- Niemelä, Seppo & Mentu, Juha 1985. Lohjanjärven eteläosan hygieenis-bakteriologinenselvitys. Helsinki, vesihallitus. 51 s. Vesihallituksen monistesarja nro 373. ISBN 951-46-8944-5, ISSN 0358-7169.
- Niemelä, Seppo, Mentu, Juha, Väättänen, Pentti & Poikolainen, Marja-Liisa 1987. Paperiteollisuuden jätevesien mikrobiologiset ympäristövaikutukset. Loppuraportti SA 01/484. Helsinki. 61 s.

- Niemelä, Seppo & Tirronen, Erkki 1968. Suolistobakteeritutkimuksia Kymijoella vv. 1964-66. Kouvola, Kymijoen vesien-suojeluyhdistys r.y. 14 s. Kymijoen Vesiensuojeluyhdistys ry:n julkaisu n:o 12.
- Niemi, Maarit 1985. Fecal indicator bacteria at freshwater rainbow trout (Salmo gairdneri) farms. Helsinki, vesihallitus. 49 s. Vesientutkimuslaitoksen julkaisuja 64. ISBN 951-46-9057-5, ISSN 0355-0982.
- Niemi, Maarit & Erkomaa, Kirsti 1984. Koprostanoli ja Clostridium perfringens veden hygienian indikaattoreina. Helsinki, vesihallitus. 23 s. Vesihallituksen monistesarja 1984:289. ISBN 951-46-8376-5, ISSN 0358-7169.
- Niemi, Maarit & Niemi, Jorma 1980. Bacteria and phages in a river and in a sewage effluent. Vesientutkimuslaitoksen julkaisuja 39, s. 31-36. ISSN 0355-0982, ISBN 951-46-5307-6.
- Niemi, Maarit, Niemi, Jorma & Aarnio, Tuula 1987. Hygienian indikaattorit Vantaan- ja Keravanjoissa vuonna 1985. Helsinki, vesi- ja ympäristöhallitus. 16 s. +27 s. liitt. Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja nro 37. ISBN 951-47-0246-8, ISSN 0783-3288.
- Niemi, Maarit & Taipalinen, Irmeli 1980. Hygienian ilmentäjäbakteerit Savon Sellu OY:n jätevesissä. 10 s. Helsinki, vesihallitus. Vesihallituksen monistesarja 1980:10.
- Olivieri, Vincent P. 1982. Bacterial indicators of pollution. Julk.: Pipes, Wesley O. (ed.), Bacterial Indicators of Pollution. Boca Raton, CRC Press, Inc. S. 21-41.
- Pajukallio, Tero 1987. Jäteveden hygieniasta. 79 s. Helsinki, vesi- ja ympäristöhallitus. Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja nro 26. ISBN 951-46-9655-7, ISSN 0783-3288.
- Poikolainen, M.-L. 1968. Tautien leviämisestä veden välityksellä ja tautivaaran indikaattoreista. Helsinki, maataloushallitus. 90 s. Maa- ja vesiteknillinen tutkimustiedote, tiedote 1/1968.
- Poikolainen, M.-L. & Parmala, M.E. 1970. Lavantautiryhmän sairauksien esiintymisestä Suomessa sotien jälkeen. Vesitalous, vol. 11, nro 6, s. 6-8.
- Poikolainen, M.-L. & Seppänen, H. 1971. The viability of hygienic bacteria and salmonella in water. Aqua Fennica, vol. 1, nro 1, s. 81-97.
- Rensvik, Harald et al. 1983. Vurderingssystem for vannkvalitet i innsjøer og vassdrag. 2. opplag. Oslo, Norsk institutt for vannforskning NIVA. 75 s. NIVA-rapport 0-80007.
- Seppänen, H., Poikolainen, M.-L. & Ojala, O. 1972. Faecal pollution in the river Vantaa. Vesitalous, vol. 13, nro 6, s. 22-27.

- Seuna, Pertti 1971. Suomen vesistöalueet. Ehdotus vesistöalueiden yleisjaoksi ja vesistötunnukseksi. 53 s. + karttaliite. Helsinki, vesihallitus. Vesihallitus-Tiedotus 10.
- Silfverberg, Paul 1982. Jäteveden hyötykäyttö ja puhdistuminen maaperässä : sovellettuina jäteveden maahan imeyttämiseen, energiaviljelyyn ja jätevesien sadetukseen. 179 s. + 1 liite. Helsinki, rakennushallitus. Raportti 2:1982. ISBN 951-46-6207-5, ISSN 0358-0121.
- Smith, Richard A., Alexander, Richard B. & Wolman M. Gordon 1987. Water-Quality Trends in the Nation's Rivers. Science, vol. 235, nro 4769, s. 1607-1615. ISSN 0036-8075.
- Statens naturvårdsverk 1969. Bedömningsgrunder för svenska ytvatten. Solna. 24 s. Publikationer 1969:1.
- Stelzer, W. von, Bauermeister, W.-D., Klug, J., Lindner, M., Nagel, M., Rummel, C., Schulze, E. & Täumer, L. 1982. Untersuchungen zum Nachweis von Koliformen, Fäkalikoliformen und E. coli im Wasser. Zeitschrift für die gesamte Hygiene und ihre Grenzgebiete, vol. 28, nro 1, s. 49- 55.
- Stenström, Thor Axel 1985. Kommunalt avloppsvatten från hygienisk synpunkt: mikrobiologiska undersökningar inom SWEP-projektet. Julk.: Drift av kommunala reningsverk-Seminarium i Stockholm den 4-6 december 1985. Helsingfors, Nordiska ministerrådet, Ämbetsmannakommittén för miljöskyddsfrågor. VA-projekt 1985:7, s. 92-107. ISBN 951-46-9149-0.
- Stenström, Thor Axel 1987. Kommunalt avloppsvatten från hygienisk synpunkt: mikrobiologiska undersökningar. 57 s. Solna, Naturvårdsverket. SNV PM 1986. ISBN 91-7590-234-6.
- Stephenson, G.R. & Street. L.V. 1978. Bacterial Variations in Streams from a Southwest Idaho Rangeland Watershed. Journal of Environmental Quality, vol. 7, nro 1, s. 150-157.
- Stuart, David G., Bissonnette, Garu K., Goodrich, Thomas D. & Walter, William G. 1971. Effects of Multiple Use on Water Quality of High-Mountain Watersheds: Bacteriological Investigations of Mountain Streams. Applied Microbiology, vol. 22, nro 6, s. 1048-1054.
- Syvälähti, Erkki 1981. Pienpuhdistamo talousjätevesien käsittelyssä. Rakennustekniikka, vol. 37, nro 7, s. 499-504.
- Talsi, Tuija 1986. Hygienian indikaattoribakteerit Kajaani OY:n paperitehtaan ja Kajaanin kaupungin jätevesissä ja niiden purkualueella. Julk.: Kajaani OY:n ja Kajaanin kaupungin jätevesien vaikutuksista Kajaaninjoen-Paltaselän vesialueella vuonna 1984. Helsinki. Vesihallituksen monistesarja nro 440, s. 19-33. ISBN 951-46-9624-7, ISSN 0358-7169.

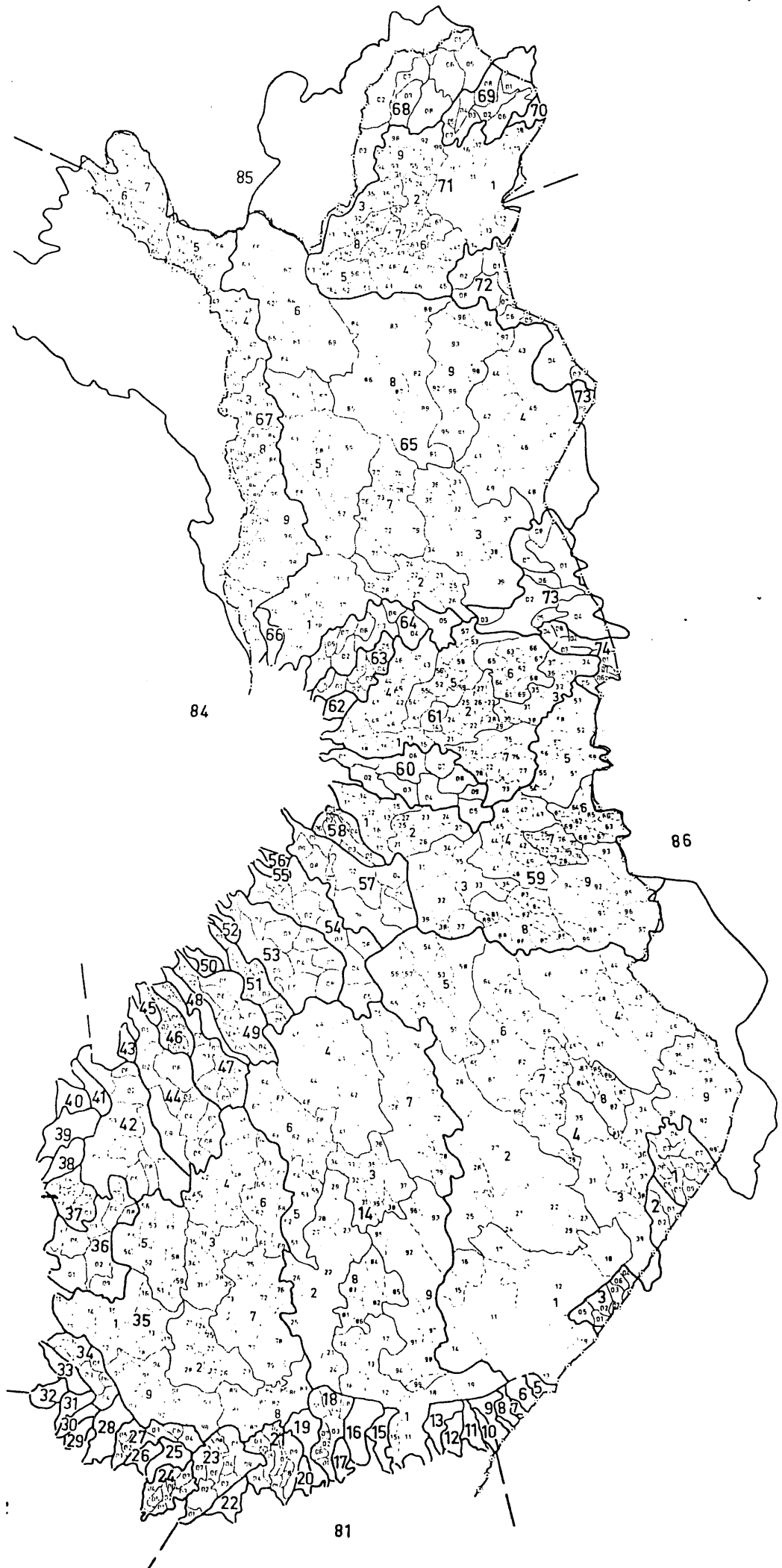


- Tammilehto, Rauno 1970. Salmonellojen aiheuttamista taudeista Suomessa. Ympäristö ja Terveys, vol. 1, nro 3, s. 143-146.
- Tilastokeskus 1986. Suomen tilastollinen vuosikirja 1985/86. 519 s. 81. vuosikerta (uusi sarja). ISBN 951-46-9134-2, ISSN 0081-5063.
- Vesihallitus 1974. Valtakunnallinen uimarantaselvitys vuonna 1972. Helsinki. 71 s. Vesihallitus - Tiedotus 63. ISBN 951-46-0972-7.
- Vesihallitus 1983. Teollisuuden vesitilasto 1979-1980. Helsinki. 71 s. + liitt. Vesihallitus - Tiedotus 224. ISBN 951-46-6669-0, ISSN 0355-0745.
- Vesihallitus 1984a. Vesistöjen tila 1980-luvun alussa: Vesien-suojelun tavoiteohjelmaprojektin osaraportti n:o 7. Helsinki. 24 s. + 3 liit. Vesihallituksen monistesarja 1983:194.
- Vesihallitus 1984b. Hajakuormitusselvitys: Vesiensuojelun tavoiteohjelmaprojekti, osaraportti n:o 10. Helsinki. 72 s. + liitt. Vesihallituksen monistesarja 1983:197.
- Vesihallitus 1985a. Vesien tutkimuksen tiedostot. Helsinki. 8 s. ISBN 951-46-9212-8.
- Vesihallitus 1985b. Vesihuoltolaitokset 31.12.1984. Helsinki. 245 s. + 2 liit. Vesihallitus - Tiedotus 261. ISBN 951-46-9018-4, ISSN 0355-0745.
- Wickström, J. 1948. Om förekomsten av tyfus och paratyfus i Finland åren 1924-43. Nordisk Hygienisk Tidskrift, vol. 29, s. 245- 290.



## LIITTEET





## SUOMEN VESISTÖALUEET

- |      |                                              |      |                                     |
|------|----------------------------------------------|------|-------------------------------------|
| 1    | Jänisjoen vesistöalue                        | 51   | Lestijoen vesistöalue               |
| 2    | Kiteenjoen-Tohmajoen vesistöalue             | 52   | Pönttönjoen vesistöalue             |
| 3    | Hiitolanjoen vesistöalue                     | 53   | Kalajoen vesistöalue                |
| 4    | Vuoksen vesistöalue                          | 54   | Pyhäjoen vesistöalue                |
| 4.1  | Suur-Saimaan alue                            | 55   | Limingojan vesistöalue              |
| 4.2  | Haukiveden-Kallaveden alue                   | 56   | Piehinkijoen vesistöalue            |
| 4.3  | Oriveden-Pyhäselän alue                      | 57   | Siikajoen vesistöalue               |
| 4.4  | Pielisen reitin vesistöalue                  | 58   | Temmesjoen vesistöalue              |
| 4.5  | Iisalmen reitin vesistöalue                  | 59   | Oulujoen vesistöalue                |
| 4.6  | Nilsin reitin vesistöalue                    | 59.1 | Ala-Oulujoen alue                   |
| 4.7  | Juojärven reitin vesistöalue                 | 59.2 | Ylä-Oulujoen alue                   |
| 4.8  | Höytiäisen reitin vesistöalue                | 59.3 | Oulujärven alue                     |
| 4.9  | Koitajoen vesistöalue                        | 59.4 | Hyrnsalmen reitin alaosan alue      |
| 5    | Juustilanjoen vesistöalue                    | 59.5 | Kiantajärven reitin vesistöalue     |
| 6    | Houhijoen vesistöalue                        | 59.6 | Vuokkijärven reitin vesistöalue     |
| 7    | Tervajoen vesistöalue                        | 59.7 | Luvanjoen vesistöalue               |
| 8    | Vilajoen vesistöalue                         | 59.8 | Nuasjärven-Kiimasjärven alue        |
| 9    | Urpalanjoen vesistöalue                      | 59.9 | Ontojärven-Lentuan vesistöalue      |
| 10   | Vaalimaanjoen vesistöalue                    | 60   | Kiiminginjoen vesistöalue           |
| 11   | Virojoen vesistöalue                         | 61   | Iijoen vesistöalue                  |
| 12   | Vehkajoen vesistöalue                        | 61.1 | Iijoen alaosan alue                 |
| 13   | Summanjoen vesistöalue                       | 61.2 | Iijoen keskiosan alue               |
| 14   | Kymijoen vesistöalue                         | 61.3 | Iijoen yläosan alue                 |
| 14.1 | Kymijoen alue                                | 61.4 | Siuruanjoen vesistöalue             |
| 14.2 | Suur-Päijänteen alue                         | 61.5 | Livojoen vesistöalue                |
| 14.3 | Leppäveden-Kynsiveden alue                   | 61.6 | Kostonjoen vesistöalue              |
| 14.4 | Viitasaaren reitin vesistöalue               | 61.7 | Korpjoen vesistöalue                |
| 14.5 | Jämsän reitin vesistöalue                    | 62   | Olhavanjoen vesistöalue             |
| 14.6 | Saarijärven reitin vesistöalue               | 63   | Kuivajoen vesistöalue               |
| 14.7 | Rautalammin reitin vesistöalue               | 64   | Simojoen vesistöalue                |
| 14.8 | Sysmän reitin vesistöalue                    | 65   | Kemijoen vesistöalue                |
| 14.9 | Mäntyharjun reitin vesistöalue               | 65.1 | Ala-Kemijoen alue                   |
| 15   | Taasianjoen vesistöalue                      | 65.2 | Keski-Kemijoen alue                 |
| 16   | Koskenkylänjoen vesistöalue                  | 65.3 | Kemijärven-Pelkosenniemen alue      |
| 17   | Ilolanjoen vesistöalue                       | 65.4 | Ylä-Kemijoen vesistöalue            |
| 18   | Porvoonjoen vesistöalue                      | 65.5 | Ala-Ounasjoen alue                  |
| 19   | Mäntsälänjoen vesistöalue                    | 65.6 | Ylä-Ounasjoen vesistöalue           |
| 20   | Sipoonjoen vesistöalue                       | 65.7 | Raudanjoen vesistöalue              |
| 21   | Vantaanjoen vesistöalue                      | 65.8 | Kitisen vesistöalue                 |
| 22   | Siuntionjoen vesistöalue                     | 65.9 | Luirojoen vesistöalue               |
| 23   | Karjaanjoen vesistöalue                      | 66   | Kaakamojoen vesistöalue             |
| 24   | Kiskonjoen-Perniönjoen vesistöalue           | 67   | Tornionjoen-Muonionjoen vesistöalue |
| 25   | Uskelanjoen vesistöalue                      | 67.1 | Tornionjoen alaosan alue            |
| 26   | Halikonjoen vesistöalue                      | 67.2 | Tornionjoen keskiosan alue          |
| 27   | Paimionjoen vesistöalue                      | 67.3 | Kolarin-Akkasjoen alue              |
| 28   | Aurajoen vesistöalue                         | 67.4 | Kangasjärven-Muonion alue           |
| 29   | Valpperinjoen vesistöalue                    | 67.5 | Kuttasen-Kaaresuvannon alue         |
| 30   | Mynäjoen vesistöalue                         | 67.6 | Könkämänenon vesistöalue            |
| 31   | Laaajoen vesistöalue                         | 67.7 | Lätkäsenon vesistöalue              |
| 32   | Männästenjoen vesistöalue                    | 67.8 | Naamijoen vesistöalue               |
| 33   | Lapinjoen vesistöalue                        | 67.9 | Tengeliönjoen vesistöalue           |
| 34   | Eurajoen vesistöalue                         | 68   | Tenojoen vesistöalue                |
| 35   | Kokemäenjoen vesistöalue                     | 69   | Näätämöjoen vesistöalue             |
| 35.1 | Kokemäenjoen alue                            | 70   | Uutuanjoen vesistöalue              |
| 35.2 | Vanajaveden-Pyhäjärven alue                  | 71   | Paatsjoen vesistöalue               |
| 35.3 | Näsijärven-Ruoveden alue                     | 72   | Tuulomajoen latvavesistöalue        |
| 35.4 | Ahtärin ja Pihlajaveden reittien vesistöalue | 73   | Koutajoen latvavesistöalue          |
| 35.5 | Iikalisten reitin vesistöalue                | 74   | Kemjoen latvavesistöalue            |
| 35.6 | Keuruun reitin vesistöalue                   |      |                                     |
| 35.7 | Längelmäveden ja Hauhon reittien vesistöalue |      |                                     |
| 35.8 | Vanajan reitin vesistöalue                   |      |                                     |
| 35.9 | Loimijoen vesistöalue                        |      |                                     |
| 36   | Karvianjoen vesistöalue                      |      |                                     |
| 37   | Lapväärtinjoen vesistöalue                   |      |                                     |
| 38   | Teuvanjoen vesistöalue                       |      |                                     |
| 39   | Närviönjoen vesistöalue                      |      |                                     |
| 40   | Maalahdenjoen vesistöalue                    |      |                                     |
| 41   | Laihianjoen vesistöalue                      |      |                                     |
| 42   | Kyrönjoen vesistöalue                        |      |                                     |
| 43   | Oravaistenjoen vesistöalue                   |      |                                     |
| 44   | Lapuanjoen vesistöalue                       |      |                                     |
| 45   | Kovjoen vesistöalue                          |      |                                     |
| 46   | Purmonjoen vesistöalue                       |      |                                     |
| 47   | Ahtävänjoen vesistöalue                      |      |                                     |
| 48   | Kruunupyynjoen vesistöalue                   |      |                                     |
| 49   | Perhonjoen vesistöalue                       |      |                                     |
| 50   | Kälviänjoen vesistöalue                      |      |                                     |

ks. kartta kääntöpuolella

VEDENLAATUREKISTERIN VUOSITTAINEN INDIKAATTORIBAKTEERIEN  
ANALYYSIMÄÄRÄ (KPL/VUOSI)

Vuosi	TC	FC	FS
1962	402		
1963	1 481		350
1964	1 434		745
1965	1 150		1 312
1966	961		2 026
1967	878	129	2 016
1968	1 192	38	2 518
1969	909	127	2 397
1970	680	120	2 230
1971	646	46	2 544
1972	635	89	3 159
1973	849	117	4 538
1974	1 014	132	5 594
1975	1 360	584	6 349
1976	1 015	410	6 183
1977	887	400	6 601
1978	841	685	7 359
1979	630	670	7 262
1980	723	1 291	7 353
1981	523	1 991	6 334
1982	503	2 959	6 737
1983	420	2 956	6 518
1984	539	3 712	6 223
Yhteensä	19 672	16 456	96 348

## LIITE 3

VEDENLAATUREKISTERIN VUOSITTAINEN INDIKAATTORIBAKTEERIEIN  
ANALYYSIMÄÄRÄ RESIPIENTTIRYHMITTELYN MUKAAN (KPL/VUOSI)

VUOSI	ASUMA			TEOLLISUUS			HAJA		
	TC	FC	FS	TC	FC	FS	TC	FC	FS
1962	172			188			42		
1963	576		111	750		207	155		32
1964	439		200	855		478	140		67
1965	344		365	678		808	128		139
1966	343		697	472		1105	146		224
1967	284	39	592	444	70	1178	150	20	246
1968	351	16	751	545	13	1388	296	9	379
1969	448	34	935	341	83	1151	120	10	311
1970	300	24	799	246	70	1087	134	26	344
1971	262	7	903	275	23	1184	109	16	457
1972	128	17	1044	342	53	1564	165	19	551
1973	210	18	1538	477	89	2351	162	10	649
1974	221	38	1796	637	84	2976	156	10	822
1975	277	142	1941	951	403	3718	132	39	690
1976	233	85	1881	683	270	3543	99	55	759
1977	252	118	2130	517	189	3640	118	93	831
1978	207	225	2170	483	205	3704	151	255	1485
1979	172	263	2287	343	216	3757	115	191	1218
1980	170	391	2305	381	595	3717	172	305	1331
1981	138	653	1864	209	877	3420	176	461	1050
1982	134	900	2156	225	1221	3325	144	838	1256
1983	103	893	1996	232	1205	3251	85	858	1271
1984	125	1255	2085	290	1604	2948	124	853	1190
Yht.	5889	5118	30546	10564	7270	50500	3219	4068	15302

ASUMA = asumajätevesialueet  
 TEOLLISUUS = teollisuusjätevesialueet  
 HAJA = hajakuormitusalueet



## TUTKIMUKSEN 'YHDYSKUNTASELITTÄJÄT' VUOSITTAIN

VUOSI	ASV	ASV%	ASP	ASP%	KMD
1962	.	.	.	.	.
1963	.	.	.	.	.
1964	.	.	.	.	.
1965	.	.	.	.	.
1966	.	.	.	.	.
1967	.	.	.	.	.
1968	.	.	.	.	.
1969	2250	48	.	.	.
1970	2431	53	1260	27	.
1971	2492	54	1440	31	587
1972	2619	56	1710	37	598
1973	2738	59	1820	39	1088
1974	2833	60	2147	46	1199
1975	2949	63	2392	51	1349
1976	3035	64	2604	55	1234
1977	3119	66	2818	59	1315
1978	3194	67	2942	62	1238
1979	3243	68	3033	64	1344
1980	3293	69	3113	65	1334
1981	3335	70	3197	67	1616
1982	3416	71	3315	68	1480
1983	3468	71	3418	70	1408
1984	3532	72	3498	71	1548

ASV = Aukkaita viemäroity 1000 kpl

ASV% = Aukkaita viemäroity % kaikista

ASP = Aukkaita liitetty jätevedenpuhdistamoihin 1000 kpl

ASP% = Aukkaita liitetty jätevedenpuhdistamoihin % kaikista

KMD = Viemärlaitosten kokonaisjätevesivirtaama m<sup>3</sup>/vrk

Lähteet: Vesihuoltotilastot

## TUTKIMUKSEN 'TEOLLISUUSSELITTÄJÄT' VUOSITTAIN

VUOSI	TVK	TVMP	MKAT	MKAMP
1962	133	141	.	.
1963	138	155	.	.
1964	148	170	.	.
1965	159	182	.	.
1966	167	191	.	.
1967	172	187	.	.
1968	182	202	.	.
1969	207	223	.	.
1970	232	234	2050	1900
1971	234	234	.	.
1972	264	262	2000	1820
1973	283	281	.	.
1974	295	290	1920	1730
1975	283	222	.	.
1976	290	232	1530	1380
1977	289	233	.	.
1978	303	262	1310	1180
1979	334	297	.	.
1980	359	313	1460	1320
1981	370	316	.	.
1982	373	297	1240	1100
1983	384	326	.	.
1984	402	357	.	.

TVK = Teollisuuden volyymi-indeksi (koko teollisuus)  
 TVMP = Teollisuuden volyymi-indeksi (massa- ja paperiteollisuus)  
 MKAT = Milj. m<sup>3</sup>/vuosi teollisuusjätevettä (koko teollisuus)  
 MKAMP = Milj. m<sup>3</sup>/vuosi teollisuusjätevettä (massa- ja paperi-teollisuus)

(Teollisuuden volyymi-indeksi = 100 vuonna 1959)

Lähteet: Tilastolliset vuosikirjat ja teollisuuden vesi-tilasto

## TUTKIMUKSEN 'HAJAKUORMITUSSELITTÄJÄT' VUOSITTAIN

VUOSI	NAU	KAR
1962	2 152,3	3 244,4
1963	2 174,8	3 165,1
1964	2 145,9	3 164,7
1965	2 027,5	3 015,2
1966	2 049,0	3 042,3
1967	2 035,6	3 155,6
1968	2 070,5	3 129,6
1969	1 981,3	3 175,3
1970	1 872,9	3 253,1
1971	1 865,4	3 433,1
1972	1 835,0	3 311,6
1973	1 884,3	3 458,9
1974	1 904,8	3 382,5
1975	1 843,3	3 200,9
1976	1 815,3	3 195,5
1977	1 762,3	3 250,5
1978	1 779,2	3 377,4
1979	1 736,1	3 386,6
1980	1 738,1	3 505,2
1981	1 766,2	3 579,4
1982	1 718,6	3 535,4
1983	1 681,5	3 431,4
1984	1 657,5	3 350,6

NAU = Nautakarja yhteensä 1000 kpl

KAR = Kotieläimet yhteensä 1000 kpl (poislukien hevoset ja siipikarja)

Lähde: Tilastokeskuksen tilastolliset vuosikirjat

## ASUMAJÄTEVESIALUEET VUODEN 1984 TILANTEEN MUKAAN

(Vesistöaluenumero)

1.02	1.06							
2								
3.03	3.06							
4.13	4.14	4.18	4.22	4.32	4.33	4.34	4.39	4.45
4.46	4.51	4.52	4.53	4.58	4.62	4.67	4.71	4.73
4.81	4.82	4.92						
5								
10								
13								
14.14	14.17	14.19	14.21	14.32	14.36	14.37	14.41	
14.44	14.45	14.47	14.48	14.53	14.61	14.63	14.64	
14.65	14.71	14.73	14.76	14.78	14.79	14.81	14.83	
14.84	14.92	14.93	14.97	14.98				
18.01	18.02	18.03	18.04	18.05	18.08			
19								
20								
21.02	21.03	21.04						
23.06	23.07							
24.02	24.06	24.07						
28								
29								
30								
32								
33								
34.01	34.05							
35.14	35.15	35.16	35.32	35.33	35.53	35.54	35.63	
35.65	35.74	35.75	35.77	35.78	35.79	35.82	35.91	
36.03	36.04	36.06	36.09					
37.03								
38								
39								
42.03	42.04							
44.04	44.07							
47.05								
51.04								
53.02	53.03	53.05	53.09					
54.02								
57.02	57.03							
58.02	58.05	58.06						
59.11	59.12	59.13	59.21	59.33	59.36	59.39	59.41	
59.42	59.43	59.82	59.91					
60.02	60.05							
61.11	61.13	61.31	61.46					
63.01								
64.01								
65.11	65.12	65.13	65.23	65.33	65.37	65.41	65.52	
65.53	65.54	65.59	65.63	65.64	65.81	65.83		
66								
67.11	67.13	67.32	67.42	67.54	67.82			
68.01	68.07							
71.11	71.41	71.45						
73.02								
74.03								

## TEOLLISUUSJÄTEVESIALUEET VUODEN 1984 TILANTEEN MUKAAN

(Vesistöaluenumero)

3.01								
4.11	4.12	4.15	4.17	4.21	4.25	4.26	4.27	4.28
4.31	4.35	4.36	4.41	4.42	4.43	4.61	4.63	4.72
6								
9								
14.11	14.13	14.22	14.23	14.24	14.31	14.33		14.39
14.42	14.51	14.55	14.66	14.72	14.74	14.91		
15								
16								
21.01	21.05	21.07	21.08	21.09				
22								
23.01	23.02	23.03	23.04	23.09				
24.03	24.04							
25								
26								
27.02								
34.02	34.03							
35.11	35.12	35.13	35.21	35.22	35.23	35.26	35.27	
35.28	35.31	35.41	35.42	35.43	35.51	35.52	35.61	
35.62	35.68	35.71	35.72	35.81	35.83	35.84	35.87	
35.88	35.92	35.94	35.96					
36.01	36.02							
37.01	37.04							
40								
41								
42.01	42.02	42.07	42.09					
44.01	44.02	44.03	44.06					
46.01	46.02	46.03						
47.01	47.02	47.04	47.08					
48								
49.01	49.02	49.08						
51.01	51.02							
53.01	53.04	53.08						
54.01	54.03	54.04	54.07					
57.01	57.06	57.09						
59.31	59.32	59.81						
61.65								
65.31								
67.33	67.34	67.36						
74.04								

## HAJAKUORMITUSALUEET VUODEN 1984 TILANTEEN MUKAAN

(Vesistöaluenumero)

1.01	1.03	1.04	1.05	1.07				
3.02	3.05	3.07						
4.16	4.19	4.23	4.24	4.29	4.37	4.44	4.47	4.48
4.54	4.55	4.56	4.57	4.64	4.65	4.69	4.74	4.79
4.91	4.93	4.97	4.98	4.99				
7								
8								
11								
12								
14.12	14.15	14.16	14.18	14.25	14.26	14.27	14.28	
14.29	14.34	14.35	14.38	14.43	14.46	14.49	14.52	
14.62	14.67	14.68	14.75	14.77	14.82	14.85	14.96	
14.99								
17								
18.06								
21.06								
23.05	23.08							
24.01	24.05							
27.04	27.06							
31								
34.04	34.06	34.07						
35.17	35.18	35.24	35.25	35.29	35.35	35.36	35.38	
35.44	35.46	35.47	35.48	35.55	35.56	35.57	35.58	
35.59	35.66	35.69	35.73	35.76	35.85	35.86	35.89	
35.93	35.97	35.98	35.99					
36.05	36.07	36.08						
37.02	37.05	37.06						
42.05	42.06	42.08						
44.05	44.08	44.09						
45								
46.04	46.05	46.06						
47.03	47.06	47.07	47.09					
49.03	49.04	49.05	49.06	49.07	49.09			
50								
51.03	51.05	51.06	51.07	51.08	51.09			
52								
53.06	53.07							
54.05	54.06	54.08	54.09					
55								
56								
57.04	57.05	57.07	57.08					
58.01	58.03	58.04						
59.14	59.15	59.16	59.17	59.22	59.23	59.25	59.26	
59.27	59.34	59.35	59.37	59.38	59.44	59.45	59.46	
59.47	59.48	59.51	59.52	59.53	59.54	59.55	59.56	
59.57	59.58	59.61	59.62	59.63	59.65	59.67	59.68	
59.69	59.71	59.72	59.73	59.76	59.78	59.83	59.84	
59.85	59.86	59.87	59.88	59.92	59.93	59.94	59.95	
59.96	59.97	59.98	59.99					
60.01	60.03	60.04	60.06	60.08				
61.12	61.14	61.15	61.18	61.21	61.22	61.23	61.24	
61.25	61.27	61.32	61.33	61.34	61.36	61.38	61.39	
61.41	61.42	61.43	61.44	61.47	61.48	61.49	61.51	

## LIITE 9/2

61.52	61.53	61.58	61.59	61.61	61.64	61.66	61.67
61.68	61.71	61.72	61.73	61.74	61.75	61.77	61.78
62							
63.02	63.03	63.06	63.07				
64.02	64.03	64.04	64.05	64.06	64.07	64.08	64.09
65.14	65.15	65.16	65.17	65.18	65.19	65.21	65.22
65.24	65.25	65.26	65.27	65.28	65.29	65.32	65.34
65.35	65.36	65.38	65.39	65.42	65.43	65.44	65.45
65.46	65.47	65.48	65.49	65.51	65.55	65.56	65.57
65.58	65.61	65.62	65.65	65.66	65.67	65.68	65.69
65.71	65.72	65.73	65.74	65.75	65.76	65.77	65.79
65.82	65.84	65.85	65.86	65.87	65.89	65.91	65.92
65.93	65.96	65.98	65.99				
67.12	67.14	67.15	67.21	67.22	67.24	67.25	67.26
67.27	67.31	67.35	67.37	67.38	67.41	67.43	67.44
67.46	67.47	67.48	67.51	67.52	67.53	67.55	67.56
67.57	67.61	67.63	67.64	67.73	67.81	67.83	67.84
67.86	67.87	67.88	67.89	67.91	67.92	67.93	67.94
67.95	67.96	67.97	67.98	67.99			
68.02	68.03	68.05	68.06	68.08	68.09		
69.01	69.06						
71.13	71.21	71.24	71.42	71.44	71.46	71.91	
72.02	72.04						
73.01	73.03	73.04	73.05	73.06	73.07	73.08	
74.01	74.02	74.05	74.08				
67.12	67.14	67.15	67.21	67.22	67.24	67.25	67.26
67.27	67.31	67.35	67.37	67.38	67.41	67.43	67.44
67.46	67.47	67.48	67.51	67.52	67.53	67.55	67.56
67.57	67.6	67.7	67.81	67.83	67.84	67.86	67.87

Liitteissä nro:t 7-9 on vesistöalue merkitty koko aluetta tarkoittavalla numerolla mikäli kaikki sen osa-alueet kuuluvat samaan resipienttiryhmään. Taulukoista on jätetty pois ne vesistöalueet tai niiden osa-alueet, joilta ei vedenlaaturekisteriin ole tallennettu yhtään ainoata indikaattoribakteerianalyysiä.

VUOSI	*	KESKIARVOT			KORJATUT KESKIARVOT			MEDIAANIT			YLÄKVARTIILIT		
		TC	FC	FS	TC	FC	FS	TC	FC	FS	TC	FC	FS
		kpl / 100 ml											
1962	A	36401	.	.	31760	.	.	1530	.	.	9000	.	.
1963	A	92299	.	914	29851	.	834	305	.	128	2470	.	860
1964	A	2430	.	1707	2269	.	1409	99	.	82	1340	.	1030
1965	A	1950	.	1496	1606	.	1294	70	.	47	800	.	473
1966	A	4378	.	862	2578	.	799	245	.	78	1420	.	446
1967	A	4164	4408	1103	2695	2629	970	455	218	32	1450	907	398
1968	A	7812	6521	4197	6606	1489	4083	412	375	33	2520	1900	210
1969	A	16454	3233	659	15641	6043	570	1470	56	39	10300	690	328
1970	A	4506	2132	253	4019	1267	219	210	160	9	2300	930	91
1971	A	10165	5232	642	9246	2437	354	780	710	20	4410	3900	107
1972	A	8369	832	936	2608	728	621	108	600	10	1030	1040	95
1973	A	21557	1765	594	13048	928	529	193	88	7	800	1550	60
1974	A	10193	8848	474	8012	3682	427	890	13	11	8890	145	99
1975	A	9520	3195	1375	7199	2572	551	252	400	9	4275	1630	80
1976	A	5290	2490	357	4020	1901	304	17	40	6	164	425	51
1977	A	5476	4223	421	4781	3524	309	16	51	8	260	725	66
1978	A	1553	150	186	1279	140	156	20	10	7	177	97	69
1979	A	351	188	306	303	169	277	24	4	7	160	91	74
1980	A	32512	3556	1274	752	3129	680	20	18	10	120	237	120
1981	A	160	2354	265	130	1330	239	17	16	15	71	198	118
1982	A	73	1404	361	63	1189	337	21	14	16	71	100	123
1983	A	49	1122	429	45	985	401	23	21	20	54	209	140
1984	A	94	1413	1203	82	1127	498	21	19	15	89	320	120
1962	T	8947	.	.	7123	.	.	985	.	.	4700	.	.
1963	T	8006	.	1686	6415	.	917	312	.	99	1750	.	563
1964	T	7984	.	1808	6822	.	1602	198	.	108	1750	.	775
1965	T	57751	.	37125	25340	.	13627	194	.	88	1250	.	762
1966	T	2694	.	41843	2402	.	30106	252	.	68	1750	.	495
1967	T	2846	2044	33023	2401	1349	12660	330	175	44	1275	475	291
1968	T	8161	559	2396	6705	364	1907	200	300	25	1290	545	168
1969	T	10660	5266	33439	9309	1916	2164	460	125	27	2770	452	178
1970	T	14819	579	2023	10798	457	1666	295	120	26	2615	360	150
1971	T	100460	3223	40888	49732	1779	2038	555	75	24	4050	400	180
1972	T	324919	396	2825	117661	344	2139	470	79	24	2930	355	156
1973	T	337721	156	1936	159859	125	1346	645	6	17	3685	97	100
1974	T	33336	1295	422	12948	431	360	677	3	18	3560	86	90
1975	T	9452	5634	766	8588	4976	575	496	49	15	3580	797	90
1976	T	14945	2473	708	8222	2159	502	184	19	9	2300	270	80
1977	T	47747	281294	1478	3266	874	451	184	10	12	2500	197	89
1978	T	2183	1822	659	1773	360	273	80	52	10	638	278	68
1979	T	1316	351	465	1174	301	212	348	13	9	1605	94	79
1980	T	2826	474	520	1754	402	344	198	5	12	1175	72	93
1981	T	1683	720	330	1539	622	292	975	19	20	2095	200	112
1982	T	2236	486	246	2067	459	232	723	18	20	2675	195	116
1983	T	2332	742	1692	2247	660	373	686	20	20	2600	242	114
1984	T	2613	803	376	2380	686	341	328	25	20	2265	260	119

\* A = asumajätevesialueet; T = teollisuusjätevesialueet



VUOSI	*	KESKIARVOT			KORJATUT KESKIARVOT			MEDIAANIT			YLÄKVARTIILIT		
		TC	FC	FS	TC	FC	FS	TC	FC	FS	TC	FC	FS
					kpl / 100 ml								
1962	H	786	.	.	661	.	.	425	.	.	940	.	.
1963	H	1157	.	208	827	.	182	100	.	140	500	.	225
1964	H	1711	.	684	1076	.	316	50	.	12	480	.	160
1965	H	636	.	420	389	.	314	24	.	11	170	.	180
1966	H	875	.	4383	653	.	1398	26	.	10	270	.	80
1967	H	260	147	121	225	109	99	2	40	2	75	120	30
1968	H	3468	251	178	1412	145	156	9	84	2	125	100	51
1969	H	678	279	190	541	21	170	27	0	5	260	40	58
1970	H	299	528	185	267	385	127	10	130	5	81	207	46
1971	H	706	345	97	361	135	83	63	52	3	197	260	43
1972	H	2573	136	1749	1674	38	298	220	2	4	1200	17	55
1973	H	863	564	348	713	27	270	47	4	3	325	44	29
1974	H	1059	16	89	666	8	77	70	1	2	208	5	22
1975	H	3000	261	315	1190	186	218	72	0	2	250	55	35
1976	H	498	86	302	401	32	197	60	1	4	263	9	59
1977	H	263	46	218	190	6	200	40	0	3	175	5	24
1978	H	591	42	155	522	33	121	75	1	1	293	9	11
1979	H	333	44	183	257	27	101	22	2	1	133	14	16
1980	H	315	855	88	247	200	78	24	2	1	121	15	13
1981	H	339	56	94	267	41	71	16	3	2	80	18	20
1982	H	272	44	102	155	39	90	19	2	2	75	14	15
1983	H	1254	78	65	510	42	62	20	2	3	135	14	20
1984	H	503	23	73	361	21	68	21	2	3	62	10	21
1962	K	19841	.	.	17821	.	.	972	.	.	4850	.	.
1963	K	40073	.	1306	15776	.	851	281	.	122	1733	.	591
1964	K	5671	.	1680	4977	.	1548	149	.	97	1450	.	720
1965	K	34702	.	23324	15585	.	8849	107	.	61	994	.	593
1966	K	3019	.	23603	2376	.	11275	195	.	57	1278	.	407
1967	K	2831	2465	19635	2355	1922	1283	211	160	30	1106	628	260
1968	K	6893	2996	2599	6227	861	1965	148	300	21	1180	545	159
1969	K	12198	4329	16339	11694	2141	904	592	90	24	4600	453	199
1970	K	7408	878	1105	5946	701	778	140	133	14	1700	430	103
1971	K	47007	2528	19275	25374	1806	1025	386	69	16	3367	510	112
1972	K	177352	424	2013	65664	394	1387	267	99	14	1973	511	108
1973	K	195241	438	1254	95235	304	865	251	8	10	2180	116	80
1974	K	23327	3373	390	10517	1872	342	415	5	12	3300	90	80
1975	K	8840	4682	903	8236	4227	500	325	57	11	3267	950	80
1976	K	11319	2157	552	6794	1950	365	80	13	7	1145	223	68
1977	K	29420	134168	978	3494	1627	374	58	7	9	1217	196	71
1978	K	1742	610	418	1506	172	199	51	7	5	473	86	55
1979	K	873	199	367	795	183	218	79	4	6	664	49	64
1980	K	9209	1497	679	1743	1343	402	61	5	8	566	71	77
1981	K	829	1102	271	770	766	238	67	9	13	790	115	98
1982	K	1098	6409	256	2021	516	241	84	7	12	700	81	93
1983	K	1554	664	988	1403	582	264	95	9	14	1100	110	94
1984	K	1544	8307	595	1417	683	316	60	10	12	840	148	96

\* H = hajakuormitusalueet; K = koko aineisto

## VUOSIARVOJEN REGRESSIOSUORAT

Alue A	TCKA	=	102566.4 - 1240.78 x VV	r=0.0467
	FCKA	=	18179.16 - 201.736 x VV	r=0.048
	FSKA	=	4659.431 - 51.0164 x VV	r=0.073
	TCKKA	=	62298.06 - 764.897 x VV	r=0.0029
	FCKKA	=	9616.367 - 101.417 x VV	r=0.1338
	FSKKA	=	4878.249 - 56.5618 x VV	r=0.0368
	TC50	=	2717.556 - 32.9397 x VV	r=0.0146
	FC50	=	1859.43 - 22.5583 x VV	r=0.0181
	FS50	=	274.9921 - 3.36477 x VV	r=0.0003
	TC75	=	17197.74 - 204.513 x VV	r=0.0324
	FC75	=	8427.981 - 100.522 x VV	r=0.0151
	FS75	=	2360.269 - 28.9226 x VV	r=0.0002
Alue T	TCKA	=	115115.4 - 977.973 x VV	r=0.7484
	FCKA	=	-40619.7 + 764.8803 x VV	r=0.8072
	FSKA	=	101965.9 - 1259.49 x VV	r=0.0122
	TCKKA	=	61607.41 - 575.608 x VV	r=0.6542
	FCKKA	=	3894.731 - 38.1465 x VV	r=0.4857
	FSKKA	=	41883.53 - 524.002 x VV	r=0.0218
	TC50	=	44.99605 + 5.205534 x VV	r=0.5295
	FC50	=	849.3017 - 10.4293 x VV	r=0.0007
	FS50	=	287.7787 - 3.47318 x VV	r=0.0001
	TC75	=	3164.893 - 10.7115 x VV	r=0.7496
	FC75	=	1651.923 - 17.9247 x VV	r=0.0303
	FS75	=	2059.312 - 25.0073 x VV	r=0.0001
Alue H	TCKA	=	3379.559 - 32.9308 x VV	r=0.2517
	FCKA	=	1122.699 - 12.0733 x VV	r=0.2653
	FSKA	=	4131.684 - 49.8763 x VV	r=0.1186
	TCKKA	=	2262.363 - 22.9121 x VV	r=0.0723
	FCKKA	=	567.1438 - 6.41176 x VV	r=0.1520
	FSKKA	=	1525.083 - 17.8453 x VV	r=0.0531
	TC50	=	429.2105 - 5.02075 x VV	r=0.0792
	FC50	=	307.5999 - 3.83282 x VV	r=0.0147
	FS50	=	151.0277 - 1.91813 x VV	r=0.0477
	TC75	=	1625.668 - 18.3875 x VV	r=0.0328
	FC75	=	678.3041 - 8.2807 x VV	r=0.0085
	FS75	=	545.6482 - 6.67363 x VV	r=0.0001
Alue K	TCKA	=	103113.4 - 1030.15 x VV	r=0.5396
	FCKA	=	-27062.9 + 488.8586 x VV	r=0.7407
	FSKA	=	58642.32 - 724.552 x VV	r=0.0073
	TCKKA	=	58562.42 - 618.946 x VV	r=0.3957
	FCKKA	=	5508.32 - 56.7327 x VV	r=0.2269
	FSKKA	=	17899.56 - 222.388 x VV	r=0.0149
	TC50	=	1486.138 - 17.3241 x VV	r=0.0083
	FC50	=	883.8861 - 10.9794 x VV	r=0.0004
	FS50	=	269.6719 - 3.31959 x VV	r=0.0001
	TC75	=	7823.529 - 83.0662 x VV	r=0.0328
	FC75	=	2811.879 - 33.2611 x VV	r=0.0021
	FS75	=	1879.241 - 22.9656 x VV	r=0.0001

KA=keskiarvo; KKA=korj. keskiarvo; 50=mediaani; 75=yläkvartiili;  
A=asuma-; T=teollisuus-; H=hajakuormitus-; K=kaikki alueet

## LIITE 12

SELITTÄJIEN JA INDIKAATTORIBAKTEERIEEN VUOSIMEDIAANIEN VÄLISET  
KORRELAATIOT JA MERKITSEVYYSTASOT

SELITTÄJÄ	TC50	FC50	FS50
ALUE	r / p		
ASP%			
A	-0.59439 / 0.0194	-0.66857 / 0.0064	0.16464 / 0.5576
T	0.01027 / 0.7465	-0.66746 / 0.0064	-0.48621 / 0.1992
H	-0.42341 / 0.1158	-0.64653 / 0.0092	-0.58418 / 0.0222
K	-0.69554 / 0.0040	-0.77372 / 0.0007	-0.41287 / 0.1261
MKAMP			
A	0.51044 / 0.2418	0.59609 / 0.1578	-0.18206 / 0.6960
T	0.15938 / 0.7328	0.58806 / 0.1649	0.68116 / 0.0920
H	0.37557 / 0.4064	0.56041 / 0.1907	0.69303 / 0.0843
K	0.67508 / 0.0961	0.77803 / 0.0394	0.70218 / 0.0786
NAU			
A	0.49851 / 0.0155	0.40093 / 0.0992	0.79201 / 0.0001
T	-0.08529 / 0.6988	0.79065 / 0.0001	0.79835 / 0.0001
H	0.33768 / 0.1151	0.48382 / 0.0419	0.49678 / 0.0187
K	0.52053 / 0.0109	0.78907 / 0.0001	0.79443 / 0.0001

TC50 = TC mediaanit

FC50 = FC mediaanit

FS50 = FS mediaanit

ASP% = jätevedenpuhdistamoihin liitetyt asukkaat (%)

MKAMP= massa- ja paperiteollisuuden jätevesimäärä

NAU = nautaeläinten määrä

A = asumajätevesialueet

T = teollisuusjätevesialueet

H = hajakuormitusalueet

K = kaikki alueet = koko aineisto





